

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-097792

(43)Date of publication of application : 14.04.1998

(51)Int.Cl.

G11C 13/04
G03H 1/26

(21)Application number : 09-168892

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 25.06.1997

(72)Inventor : CAMPBELL SCOTT PATRICK
CURTIS KEVIN RICHARD
RICHARDSON THOMAS J

(30)Priority

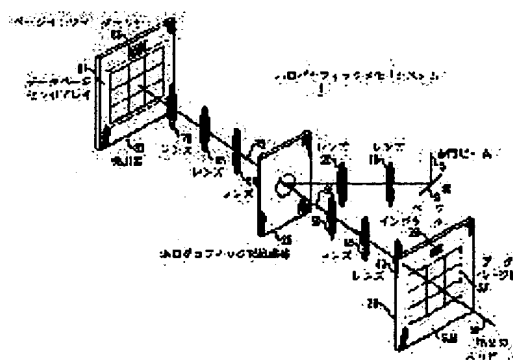
Priority number : 96 670923 Priority date : 26.06.1996 Priority country : US

(54) METHOD OF READING DATA IN HOLOGRAPHIC MEMORY SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To rapidly and effectively access the data page and to read out in a holographic system.

SOLUTION: The method uses the page indicator (mark) which is stored in a memory medium together with the data page. The page indicator is stored so that the picture quality of the page indicator to be projected represents the picture quality of the corresponding projected data page on the detector 80 during its reproduction. The picture quality of the projected page indicator is monitored in its reproduction. Based on the picture quality monitored, the system parameter is further varied or the the data from the corresponding page indicator projected on the detector is read out without varying the parameter. Based on detection of the sufficient picture quality of the projected page indicator, the page identifying information such as the page number projected together with the page data can be detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3220054

[Date of registration] 10.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The step which turns a light beam to the holographic storage containing the image of at least 1-page data, and projects an image on a detector, The step which carries out the monitor of the quality of projection of the page indicator image memorized by said storage as the quality of the image projected showed the quality of the data page image with which it corresponds on said detector, The step which changes the parameter of the system used for making said data page and said page indicator memorize to said storage, [whether based on the quality of the projection of a page indicator image by which a monitor is carried out, said parameter is further changed at said step which carries out a monitor, and] Or the approach of reading data by the holographic storage system characterized by consisting of a step which reads data in said data page projected on said detector, without changing said parameter.

[Claim 2] The quality of said projection of a page indicator image by which a monitor is carried out is the approach of claim 1 characterized by being the reinforcement of projection of a page indicator image.

[Claim 3] The step which reads said data is the approach of claim 1 characterized by performing based on detection of the threshold quality of the projected page indicator image.

[Claim 4] The step which reads said data is the approach of claim 1 characterized by performing based on detection of the near peak of the projected page indicator image.

[Claim 5] For the sensor array of said detector, said step which carries out a monitor is the approach of claim 1 characterized by performing by at least one different sensor.

[Claim 6] It is the approach of claim 5 which said data page is recorded on said storage as a certain conversion, piles up said page indicator substantially on said data page, is recorded, and is characterized by said step which carries out a monitor carrying out the monitor of the projection of said page indicator in the field of said conversion.

[Claim 7] It is the approach of claim 1 characterized by for said detector being an active pixel sensor array, and performing said step which carries out a monitor by at least one sensor component in a field with said sensor array.

[Claim 8] Said step which carries out a monitor is the approach of claim 5 characterized by the circuit arranged at the semiconductor chip containing said active pixel sensor array performing.

[Claim 9] Said step to change is the approach of claim 1 characterized by changing the system parameter selectively based on the page indicator image quality by which the monitor was carried out at least.

[Claim 10] The page identification information remembered to be projected on said detector by said storage when said page indicator was projected on said detector The step read in said image projected based on the quality in which the image of said page indicator was detected, The approach of claim 1 characterized by having further the step on which only a certain relative amount changes a system parameter further, and projects a desired data page when the data page by which current projection is carried out based on the read page identification information is not a desired data page.

[Claim 11] Said page identification information is the approach of claim 10 characterized by being projected so that the step which reads said page identification information can perform without pixel aim doubling.

[Claim 12] It is based on the step which detects a pixel aim doubling key, and the location where said pixel aim doubling key was detected. So that the data image projected on said detector so that the pixel of the projected data page image might be mostly adjusted with the sensor component of said detector may be moved relatively The approach of claim 1 characterized by having further the step to which either [at least] the projected data page image or the detectors are moved.

[Claim 13] The step which turns a light beam to the holographic storage containing the data page image of at least 1 page, and at least one pixel aim doubling key image corresponding to this data page image, and

projects an image on a detector, It is based on the step which detects the pixel aim doubling key of the projected image, and the location where said pixel aim doubling key was detected. So that the data image projected on said detector so that the pixel of the projected data page image might be mostly adjusted with the sensor component of said detector may be moved relatively How to use it, in case data are read by the holographic storage system characterized by having the step to which either [at least] the projected data page image or the detectors are moved.

[Claim 14] claim 12 characterized by said step to which it is made to move moving relatively the data image projected on said detector so that the data with which said data page was projected, and the substantial nearest sensor component of said detector may be adjusted mostly, or 13 -- one of approaches.

[Claim 15] claim 12 characterized by having further the step which measures the difference of the detected pixel aim doubling key position and the location where a pixel aim doubling key image is expected, and performing said step to which it is made to move based on the difference measured at the this measured step, or 13 -- one of approaches.

[Claim 16] claim 12 characterized by to have further the step which judges the near center position of the projected pixel aim doubling key position based on the detected pixel aim doubling key position, and to perform said step to which it is made to move based on the difference of the near center position judged at the this judged step, and the pixel aim doubling key center position expected, or 13 -- one of approaches.

[Claim 17] The light source which emits a light beam towards the holographic storage which has the page indicator memorized by said storage as the quality of the image projected indicated the quality of the data page image with which it corresponds on said detector to be a detector and at least 1-page data, The page indicator sensor which detects the quality of the image with which said page indicator was projected, Connect with said page indicator sensor and the monitor of the quality of the page indicator image detected by said sensor is carried out. Data storage characterized by consisting of a controller which reads data in the data page projected on said detector, without changing the parameter of a system or changing this parameter based on the quality which carried out the monitor.

[Claim 18] Said detector is an active pixel sensor array, and claim 17 characterized by being at least one sensor component in a field with said array equips said page indicator sensor.

[Claim 19] Claim 18 characterized by consisting of a circuit arranged at the semiconductor chip containing said active pixel sensor array equips said controller.

[Claim 20] Equipment of claim 17 characterized by having further the page discernment sensor which is connected to said controller and reads the page discernment data information in the projected image.

[Claim 21] Said detector is an active pixel sensor array, and claim 20 characterized by consisting of two or more sensor components of a field with the sensor array of said detector equips said page discernment sensor.

[Claim 22] At least one pixel aim doubling sensor which is connected to said controller and detects the pixel aim doubling key of the projected image, It has further at least one driver connected to said detector. Said controller Equipment of claim 17 characterized by moving said detector relatively to the projected data page image so that the pixel of the projected data page image may be mostly adjusted with the sensor component to which said detector corresponds based on the location where said pixel aim doubling key was detected.

[Claim 23] The detector which has two or more sensor components, and at least 1-page data page image, The light source which emits a light beam towards the holographic storage which has the corresponding pixel aim doubling key image remembered to be projected when this data page image is projected on said detector by said storage, At least one pixel aim doubling sensor which detects the pixel aim doubling key of the projected image, So that the pixel of the projected data page image may be mostly adjusted with the sensor component of said detector based on the location where it connected with said detector and the projected pixel aim doubling key image was detected Data storage characterized by consisting of at least one driver to which said detector is relatively moved to the projected data page image.

[Claim 24] claim 22 which said detector is an active pixel sensor array, and is characterized by said pixel aim doubling sensor consisting of two or more sensor components of a field with the sensor array of said detector, or 23 -- one of equipments.

[Claim 25] The holographic storage manufactured according to the process which consists of the 1st record step which records a 1-page data page on a storage, and the 2nd record step which records a page indicator image on said record medium as being projected when being projected while reproducing said data page.

[Claim 26] Said 1st and 2nd record steps are the storages of claim 25 characterized by performing as a single record step.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a holographic data storage system.

[0002]

[Description of the Prior Art] According to the report of a researcher, a holographic storage system can search the data of a large quantity at a high speed comparatively compared with a magnetic-disk storage system or a compact disk read-only memory (CD-ROM) conventionally. Data are memorized by holographic memory as a hologram generally formed in a photosensitive storage. A hologram expresses data as a pattern of change of the refractive index of a storage, an absorption coefficient, degree of polarization, or a reflection factor.

[0003] A hologram pattern is formed by making two light beams (beam of light) cross in a field with a storage generally. These two light beams are called a signal beam (signal light) and a reference beam (reference beam). Signal light is formed in many cases by making a space optical modulator (SLM (spatial light modulator)) like a liquid crystal display (LCD (liquid crystal display)) screen penetrate a laser beam. A LCD screen contains the pattern of the transparence field corresponding to two-dimensional **** of the digital data which should be made to memorize, and an opacity domain. The laser beam signal emitted from a LCD screen is relayed by the lens, and generates a signal beam.

[0004] In the system which uses the Bragg selectivity as a means to record a hologram, a reference beam is a collimated light beam which has a specific property like an angle of incidence over specific wavelength or a specific storage. In such a system, the data recorded can be read by irradiating a storage by the reference beam used for recording a hologram pattern, and the collimated light beam which has the same property (it reproduces). A storage generates the projection image of original data representation by causing refraction of a playback reference beam, absorption, or polarization on a photodetection array like a charge-coupled device (CCD (charged-coupled device)).

[0005] A typical CCD array contains the array of a detector element (sensor component) which operates by detecting simultaneously the light-and-darkness pattern of the projected data image. Here, although the amount of light is simultaneously detected by each sensor component of a CCD array, the electrical signal showing each light detected can be read only to a target one by one for every line or train. Then, these electrical signals are used by processing system like a computer system. Generally digital holographic memory is indicated by D.Psaltis and F.Mok, "Holographic Memories", Scientific American, and pp.70-76 (November, 1995).

[0006] Comparatively high information density is attained by the holographic memory system by recording the page on which data follow the common field of a holographic storage. Record of such a page that is different from each other can be attained by using the Bragg selectivity, in order to distinguish the page recorded continuously (for example, thing for which the incident angle or wavelength of a reference beam is changed).

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Nevertheless, now, the commercial application of the holographic memory system for a data storage and ejection is not available. In case the recorded data page is read from a storage, the specific system characteristic used in order to memorize a data page must be mostly reproduced by accuracy, in order to project a data page image on a photodetector array. It depends on the thickness of a storage for the precision required of the reference beam for read-out in the system which uses the Bragg selectivity in order to record two or more data pages. Such a high precision is required that a medium is thick. For example, when the angle of a reference beam shifts [the thickness of a storage] by

1cm in 0.001 degrees, i.e., about 2×10^{-5} to 5×10^{-5} rad, the data page projected may disappear substantially.

[0008] During playback, optical turbulence sometimes fluctuates [the thermal effect of thermal expansion or others, and mechanical-related / between holographic system components / physical and] a system characteristic from what was used for record from the first. Such fluctuation will block distinction of read-out between data pages. The conventional system has not established the effective compensation over such fluctuation. Furthermore, especially in case such fluctuation moves a storage between holographic systems like a regeneration system from a record system, it poses a problem.

[0009] Furthermore, the system reported until now does not offer the technique of compensating the mismatching of Hazama of a photodetector array sensor component and the projection pixel image of a data page image. If there is not such adjustment or pixel aim doubling, the projection pixel of a data page will overlap the adjoining sensor component. Such overlap makes read-out of data very difficult.

[0010] As a result, the high speed and the technique which accesses efficiently and is read are needed for the data page in the holographic system.

[0011]

[Means for Solving the Problem] This invention makes easy access to the information on the memorized data page based on the activity of the new feedback in a holographic memory system. feedback of this invention can be set in the relation between the system components which make projection of a data page image deteriorate -- thermal, optical, or mechanical fluctuation can be compensated. A data page is-dimensional [1] or the two-dimensional coding expression which consists of at least 1-bit data bit composed by the matrix format etc.

[0012] the inside of the data page to which this invention corresponds -- or the page indicator (mark) which approaches a data page and is stored in a storage is used. A page indicator is stored as the image quality (for example, reinforcement or sharpness) of the page indicator projected during playback shows the image quality of the projection data page to which it corresponds on a detector. And while changing the parameter of a system during playback, the monitor of the image quality of the page indicator projected is carried out. This system parameter to change is a parameter used from the first, in order to record and multiplex a data page and a page indicator to a storage. For example, when recording a data page and a page indicator using the Bragg selectivity, the system parameter (for example, an incident angle or wavelength) which controls a reference beam property is changed. In that case, based on the image quality to which the monitor of the page indicator projected is carried out, a parameter is changed further or a parameter reads the corresponding data from a data page projected on a detector, without making it change.

[0013] Since the image of a page indicator and a data page is memorized so that the image quality which is the data page to which the image quality of the page indicator projected corresponds, and which is projected may be shown, detection of the image quality of the page indicator projected can be used as feedback which shows the time of a data page image being projected on a detector by sufficient signal-noise ratio reading data. Furthermore, since this feedback is based on the projection image, it becomes possible [the thing in the relation of Hazama of system components or a storage who makes projection of the data page on a detector deteriorate for which thermal, optical, or mechanical fluctuation is compensated efficiently].

[0014] having detected sufficient image quality of the page indicator projected -- being based -- the inside of a data page image -- or page identification information like the page number projected on a data page by approaching is detectable. Such page identification information serves as feedback for the projected data page to identify whether it is a desired data page, when a storage contains two or more data pages. When the projected page is not a desired page, a system characteristic is changed further and a desired data page is made to project.

[0015] Pixel aim doubling of Hazama of a sensor component and the data pixel in a data page image is also attained using the same feedback technique. For example, at least one aim doubling key pattern is recorded on the known location close to the inside of the data page of a storage, or a data page. Detection of this aim doubling key is usable in order to determine the movement magnitude of the revolution of a sensor component and advancing side by side to the projected data page image required in order to attain pixel aim doubling. Such a decision can be made based on the relative difference of the location of a key and sense which are projected, and the location where projection of a key is expected and the sense, for example.

[0016] Although it is also possible to use a separate thing for the detector which carries out the monitor of the page identifier and reads identification information, and the CCD form array sensor for reading a data page, it is useful to use a single CMOS active pixel sensor (APS (active pixel sensor)) for these sensors. An APS array needs only low power, but can be manufactured comparatively cheaply, and offers the discrete address possible sensor component which can read a sensor per group individually. Such an array is

expensive and offers extensive amelioration according to an individual compared with the conventional CCD array which is not possible for the address. Moreover, the APS array is usable in order that the field according to individual of an APS array may detect a page indicator, page identification information, and a pixel aim doubling key image, without using a separate sensor since it has the sensor component in which a discrete address is possible. More generally than the case of the conventional CCD array, detection by such APS can be performed at a high speed.

[0017]

[Embodiment of the Invention] This invention makes easy high-speed access to the information on the memorized data page based on the activity of the new feedback in a holographic memory system. A data page is-dimensional [1] or the two-dimensional coding expression which consists of a digital data bit composed by the matrix format etc. the feedback technique of this invention can be set in the relation between the system components which reduce during playback the image quality of the data page image projected on a detector, and make a bit error rate (BER) increase -- thermal, optical, or mechanical fluctuation is compensated.

[0018] the inside of the data page image with which this invention corresponds -- or the page indicator (mark) which approaches a data page image and is stored in a holographic storage is used. A page indicator is stored as the image quality (for example, reinforcement or sharpness) of the page indicator projected during playback shows the image quality of the data page to which it corresponds on a detector and which is projected. And when it is shown that the projection data page to which the monitor of the image quality of the page indicator projected during playback is carried out, and the image quality by which the monitor was carried out corresponds is projected by sufficient signal-noise ratio (SNR) for reading, a data page is read by the sensor component of a detector.

[0019] The judgment of whether there is sufficient SNR required of reading a projection data page may be based on the sample measurement for every type of the components of a detector, a storage, the light source, or its alien system depending on the type of a sensor or a storage, and the property of the alien system. Furthermore, each image quality by which a monitor is carried out to the projection page indicator in which it is shown that there is sufficient SNR to a projection data page may also be based on the type of a sensor and a storage, and the property of the alien system, and the scale of the reinforcement or the brightness of a projection image, or sharpness is included in this. Such an image quality scale may be based on the above-mentioned sample measured value or other sample measured value. Moreover, SNR of a projection image is based also on relative adjustment (alignment) of the storage to other components of a holographic memory system, and the system characteristic used for multiplexing and recording an image.

[0020] Thus, according to this invention, while the system parameter used for recording a data page and a page indicator on a storage during playback (multiplexing) from the first may be changed, the monitor of the image quality of a projection page indicator is carried out. When the image quality which shows that the corresponding data page is projected, sufficient image quality, i.e., SNR, is detected, a corresponding data page image is read by the detector, and alien-system components are provided with corresponding reading data for processing. Thus, this invention shows the time of the corresponding data page image fully being projected on the sensor component reading the data contained in it based on the monitoring of the image quality of the page indicator projected. This technique offers possibility between the system components which make the image quality of the data page image projected deteriorate of compensating thermal, optical, or mechanical fluctuation efficiently.

[0021] Since this invention is based on detection of the page indicator image corresponding to the data page image projected, it is not essential in carrying out this invention what kind of approach is chosen as reading a data page. Hereafter, this invention is explained about the example of the holographic memory system 1 of drawing 1 . The parameter of Bragg selectivity relation like the parameter which controls reference beam wavelength or an angle of incidence for record of a data page and playback is used for this system.

However, other system parameter and other record techniques are usable according to this invention. For example, it is also possible to record a data page using other Bragg selectivity techniques which are between page exposure and are referred to as to shift a record medium to a signal and a reference beam.

[0022] Moreover, a data page and a page indicator can also be recorded with the same technique called the "shift holography" which piles up selectively the hologram which is between page exposure and is generated by shifting a record medium to a signal and a reference beam. Shift holography is indicated by "1995 OSA Conf.on Optical Computing", OSA Technical Digest Series, vol.10, and pp.219-221 (1995) at the detail. The system parameter used for record in such a system can be considered as the relative position of the reference beam which carries out incidence to a storage. As another storage technique, the activity of a comparatively

thin (for example, typically 1mm or less) record medium is enabled, there is phase correlation multiplexing holography (PCMH (Phase Correlation Multiplexing Holography)) to attain the recording density of order higher than shift holography, and this is indicated by the United States patent application 08th / No. 435,705. PCMH uses the relative position of a storage and a light beam instead of a Bragg angle as a system parameter for distinguishing a continuous record page.

[0023] In a system 1, the input light beam 5 (general at least selectively plane wave) is used as a reference beam. It reflects in a mirror 9 and 4F image formation of this reference beam 5 is carried out on the holographic storage 25 with lenses 10 and 25. A storage can be considered as the ingredient presentation suitable for optical information storage, such as LiNbO₃ which doped iron. Lenses 10 and 20 are put on 4F arrangement, and generate a corresponding reference beam image on a medium 25. The scale factor of a beam image is determined by the focal distance of lenses 10 and 20.

[0024] The 2nd input beam 30 is modulated by the space optical modulator (SLM (spatial light modulator)) 35. SLM35 can be considered as the LCD screen containing-dimensional [1] or the two-dimensional pattern of the transparence showing the digital data page 37 of the information which should be memorized, and an opaque field. Furthermore, SLM35 also contains the page indicator 39 (it is related with drawing 2 and drawing 3 for details, and is the after-mentioned) used according to this invention. Although the image of the page indicator 39 is illustrated on the outside of the data page image 37, according to this invention, it overlaps and the page indicator 39 can also be arranged [the interior of the data page image 37, or] so that I may be understood easily.

[0025] The lightwave signal emitted from SLM35 is relayed by lenses 40, 45, and 50, and generates the signal beam 55 which carries out incidence to a medium 25. Corresponding to this, the set of the lens which consists of lenses 60, 65, and 70 relays the corresponding data page image from projection 75 to up to a detector 80. A detector 80 has two or more sensor components 81 which read the data of the data page image projected, and the page indicator sensor 83 which detects a corresponding page indicator image. Furthermore, the sensor component 81 can be arranged in the shape of [as shown in drawing 3] an array.

[0026] In order to record the data page image which is different from each other in a storage 25, it is possible to record such an image by include-angle multiplexing. According to such a record technique, each data page image is recordable using the reference beam of the angle of incidence which is different from each other to a storage 25. For example, a mirror 9 can be rotated and a desired incident angle can be generated to each page image. Or the reference beam of a desired angle of incidence is also generable using an acoustooptical cell (it mentions later for details).

[0027] Each lens set which consists of the lens set and lenses 60, 65, and 70 which consist of lenses 40, 45, and 50 is put on 4F arrangement. Thus, while the Fourier transform of the image of a data page and a page indicator is recorded on a medium 25 as a hologram, it is reconfigured by the detector 80 and projected on it. 4F arrangement needs specific focal distance spacing. For example, spacing of the data pattern screen (SLM) 35 and a lens 40 is equal to the focal distance of a lens 40, spacing of a lens 70 and a detector 80 is equal to the focal distance of a lens 70, and spacing between the corresponding lenses of a lens pair (45, 50, and 60 and 65) is the sum of the focal distance of each lens of a lens pair.

[0028] By the activity of the Fourier transform, the detection and correction of an error in reading of the information from a data page become easy. However, such conversion is not essential to operation of this invention. The Fourier transform in a medium 25 is replaced on the two-dimensional data page generated by SLM35 by omitting one lens from the lens sets 40, 45, and 50. In such a configuration, a data page is correctly reconfigured in a detector 80 by omitting one lens which corresponds from the lens sets 60, 65, and 70. According to this invention, a data page image can be memorized as the image surface where-dimensional [1] or the two-dimensional data array in a medium 25, the Fourier transform image surface, or other [all or a part of] were changed, as long as a desired data page format is projected on a detector 80.

[0029] By changing at least one system parameter to recording each page, it is possible to record two or more data pages on each medium. In order to record each data page in the case of the Bragg selectivity, it is possible to use system-parameter setting out which generates the reference beam wavelength or the incident angle which is different from each other and which is different from each other. When a storage 25 is order with a thickness of 1cm and reference beam wavelength is about 500nm as an example, two or more data pages can be recorded on a storage 25 by opening sync-null spacing (phase matching spacing) which is five pieces. This spacing responds to using reference beam wavelength different only about 0.25nm between the data pages recorded, or the reference beam incident angle from which only about ten to 4 rad differs between record data pages.

[0030] There are some which use the conventional acoustooptical cell as an example of the technique of

changing the incident angle for record. Generally such a cel can attain about 1-degree include-angle shift by the time amount of the order for about 10 microseconds. However, this include angle can be made for there to be no time delay of the addition for multiplication being optically carried out so that change to about 10 degrees may be offered, and attaining such change in that case. Furthermore, in PCMH, it is possible by using a different thing as a relative position of a phase mask and a storage 25 to record each page. It is possible to record each data page in the PCMH system of an example by using the distance of 10-micrometer order between data pages as a difference of such a relative position.

[0031] During playback, i.e., read-out, the reference beam 5 is usable in order to project a data page image on a detector 80. In this way, according to this invention, playback dedicated system can be manufactured from the system 1 of drawing 1 by omitting SLM35, lenses 40, 45, and 50, and an incident beam 30.

System-parameter setting out used during playback in order to generate the image of a desired data page from a medium 25, and to record the data page must be reproduced to accuracy. For example, generally in the system using the Bragg selectivity, the data page image not more than 0.01% or it projected even if it reappears by fluctuation of order may disappear a Bragg selectivity parameter like reference beam wavelength. Furthermore, the rendering of an exact system parameter has that achievement is [much] difficult, and receives an adverse effect by thermal, optical, or the mechanical fluctuation and the optical fluctuation in a storage 25 in the relation between system components.

[0032] However, a system 1 can show the time of having SNR for reading by the detector 80 with sufficient corresponding projection of a data page during playback based on feedback by detecting the quality of projection of the page indicator 39. thus, since the system 1 is based on this feedback, it can be set to a system with causing [much] degradation (lowering) of SNR of the data page projected on a detector 80 -- thermal, optical, or mechanical fluctuation can be compensated efficiently.

[0033] According to one example of this invention, it is made to change within limits which are in agreement with the range which used the system parameter used for recording the image of a data page and a page indicator on a storage from the first for memorizing each data page. In this way, when two or more data pages are recorded over the range of 10 degrees, it is used while reproducing the same range of 10 degrees. During playback, when in agreement with the include angle used for record including mechanical fluctuation, as a reference beam incident angle's being thermal and optical or the images 110 and 120 of a corresponding page indicator and a data page show drawing 3 (it mentions later for details), respectively, it is projected at the page indicator sensor 83 and the sensor array 81. The page indicator sensor 83 generates the signal based on the quality of the projected page indicator image 110.

[0034] As an example, the output signal 200 with which the page indicator sensor 83 was normalized is shown in drawing 2 . A signal 200 is generated during fluctuation of the reference beam incident angle over the storage 25 of an example. In drawing 2 , the sensor 83 has detected the quality of the reinforcement (brightness) of an indicator image. Moreover, in drawing 2 , bright lighting is produced near [peak 205] the signal 200 on the relative target of a sensor 83. This corresponds to 22 degrees of reference beam incident angles, 24 degrees, and 26 degrees. It corresponds to the reference beam incident angle used for these include angles recording each data page image and a corresponding page indicator on the storage 25 of drawing 1 .

[0035] The reinforcement to which the page indicator image with which it will irradiate the page indicator sensor 83 if a system changes a reference beam angle of incidence from one of the include angle of 22 degrees, 24 degrees, and 26 degrees corresponds falls. Lowering of such reinforcement causes the same lowering of the magnitude of a signal 200, as shown in the signal in the field 210 of drawing 2 . Lowering of the reinforcement of the page indicator image projected is continued, while changing a reference beam incident angle further until the data page image projected so that it may be shown by the field 220 of the page indicator sensor signal 200 disappears mostly.

[0036] By detecting when whenever [enhancement / of a page indicator] exceeds a threshold, it is possible to identify the time of a data page image being projected by sufficient SNR for reading by the sensor component 81. By drawing 3 , a broken line 230 shows an instantiation-threshold. In this way, a data page image can be projected on the sensor component 81 of drawing 1 as follows.

(1) Fluctuate a reference beam angle of incidence within the limits of the specification to a desired data page.

(2) Generation of the larger page indicator sensor output signal 200 than a threshold 230 reads data from the projected corresponding data page image by the sensor component 81.

[0037] At the regeneration system of the example by this invention based on the Bragg selectivity, a reference beam incident angle is crossed to the range (for example, 10-degree order) used for record, is

changed gradually or almost continuously, and detects the reinforcement of the page indicator projected between them by the frequency of about 1000 order/second. In a system which uses a gradual include-angle change, a step size can be referred to as ten to 5 rad, and this can attain it by the conventional acoustooptical cell. Furthermore, the page indicator brightness projected in such a system is each step, is a series of number steps, or can carry out a monitor intermittently during change of a reference beam angle.

[0038] Furthermore, it is possible to carry out the monitor of the signal peak of image quality, and to judge the time of having SNR for reading by the sensor component 81 with sufficient data page projection. Moreover, the page indicator of image quality very high irrespective of whether a threshold, a peak detection scale, etc. are exceeded is able to use a signal 200 as a foundation for changing a playback system parameter, and to be projected on a sensor 83.

[0039] It is possible to combine with the page indicator sensor 83 and the sensor array 81 in the system 1 of drawing 1 using a separate sensor. For example, it is possible to use the conventional CCD sensor array for the data page indicator sensor array 81, and to use the conventional photodetector for the page indicator sensor 83. The page indicator sensor 83 can also have [also having a larger detection field than the field where a page indicator image corresponds, or] a small detection field. However, it is advantageous if the mismatching of Hazama of projection and a detector 80 is compensated using the sensor which has a large detection field. In order to read the data page 120, such a big sensor 83 is more effective also in performing detection of the page indicator image 110 by low SNR rather than being used for the sensor component 130.

[0040] Moreover, if the page indicator image 110 is made larger than the data pixel in the data page image 120 and the corresponding sensor component 130, it is effective. The page indicator image 110 can be enlarged by 10 to 100 times as many order as this. Since the light of a large quantity will be projected on a sensor 83 so that the page indicator image 110 is enlarged, a sensor 83 can offer the feedback which detects light at a high speed and corresponds to it more.

[0041] Moreover, it is also possible to use the single large sensor array which has the field in which the address is possible according to an individual for the page indicator sensor 83 and the data page sensor array 81. Without needing to read the whole array of a component so that it may be required by the CCD array, it activates according to an individual and the sensor field in which the address is possible according to an individual can offer an output signal. In this case, the field which consists of at least one discrete address possible sensor component can be used for the page indicator sensor 83, and another field which has two or more discrete address possible sensor components can be used for the data page sensor array 81.

[0042] In the another example, the adjustment over a system can be indicated to be the relative position of a storage 25 corresponding to it using a page indicator image. You make it almost pile up each other's page indicator image on the Fourier transform of for example, a data page image, and it can be stored in a storage 25. Thus, the projection to which the Fourier transform of the storage 25 which passes along odd lenses of 4F arrangement corresponds serves as a restored data page image, and, on the other hand, almost simultaneous projection of the image which passes along even lenses of 4F arrangement serves as an image of the restored adjustment page indicator.

[0043] The image of these data pages and an adjustment page indicator is mutually separable optically using a beam splitter (for example, semitransparent mirror). In order to read a data page image by the beam splitter, while it arranges such a beam splitter after odd lenses, and reflecting a part of energy of the image projected in the sensor array of a detector 80, the remaining part of the energy of the image projected can make odd lenses different from a beam splitter able to penetrate, and can be sent to the page indicator sensor 83 for storage adjustment detection.

[0044] Thus, by using it for adjustment of a page indicator, direct measurement of the relative position of a storage 25 can be performed. In this way, in the system which uses the multiplexing system parameter corresponding to a relative shift of Hazama of a storage 25 and a reference beam 5, for example in order to record a data page image, the above-mentioned measurement technique can detect the relative position of a storage 25 during playback, and can realize access to a desired data page based on a relative shift. Furthermore, according to such a measurement technique, playback adjustment is improved and it is also possible to correspond, to improve SNR and to attain high diffraction efficiency.

[0045] Thus, while the relative position of a storage 25 is shown using a page indicator, measurement of other quality like the reinforcement of the image projected can also be performed. For measurement of the relative position of a storage 25, a page indicator image must be detected by the sensor 83 in respect of the conversion to which a corresponding data page image is recorded on a storage 25 so that I may be understood easily. However, it is possible to detect a page indicator in measurement of other quality like projection reinforcement in a conversion side or the field of the data page image in which reading by the

detector 80 is possible.

[0046] As a single large sensor array advantageous to using it as a detector 80, there is an active pixel sensor (APS (active pixel sensor)) array (for example, CMOS APS array). CMOS An APS array has the sensor component or field in which a discrete address is possible, and generates the electrical signal corresponding to the detected luminous intensity. Being able to manufacture an APS array by low cost, generally power consumption demonstrates the engine performance higher than a CCD array at a room temperature low (for example, 1% of the power generally consumed by the equivalent CCD sensor array). Moreover, since the CMOS circuit which processes the electrical signal generated with APS can be arranged on the same CMOS chip as an APS array, it can constitute a compact detector. Furthermore, since an APS array has the sensor field or component in which a discrete address is possible, it can read each part of a projection data page to a high speed considerably rather than the case of CCD which must read all data pages. Moreover, CMOS By the activity of an APS sensor, since it is possible to perform detection of a page indicator at a rate high enough called per second 5000 sample, it becomes access of data, and acquirable by the time amount of the order in the case of being the conventional magnetic storage.

[0047] CMOS with which a detection field has the sensor component of the order from 5micrometerx5micrometer to 200micrometerx200micrometer in current It is possible to manufacture an APS detector. Furthermore, CMOS Sufficient thing for which it has the sensor component of 106 order to read the data page which has the information to about 1 Mbit is possible for an APS detector. CMOS The APS detector is indicated by A.Dickinson et al., "Standard CMOS Active Pixel Image Sensors for Multimedia Applications", Sixteenth Conference on Advanced Research in VLSI, and pp.214-224 (Chapel Hill, N.Carolina, March 27-29, 1995) at the detail.

[0048] CMOS of an example The front face of the APS array detector 80 is shown in drawing 3 . This includes the array of the discrete address possible sensor component 130, or the field of the sensor component 130. In drawing 3 , the sensor elements which consist of at least one sensor component 130 act as a page indicator sensor 83 of drawing 1 , and are shown in the corresponding broken-line profile. Similarly, the sensor elements which consist of another sensor component 130 act as a data page sensor array 81 of drawing 1 , and are contained in the corresponding broken-line profile. The page indicator image 110 and the corresponding data page image 120 are shown are projected on each sensor component 130 group. It is desirable to compensate the mismatching which is possible by pixel aim doubling by using wrap sensor component 130 group or a single, comparatively large sensor in a larger field than the page indicator image 110 corresponding to the page indicator sensor 83. For example, generally the wrap page indicator image 110 is [the field of the sensor component of 20x20] detectable using sensor component 130 group of 30x30. Moreover, in order to read the data page 120, such a large sensor 83 can perform detection of the page indicator image 110 by low SNR rather than being used for the sensor component 130.

[0049] The sensor group of the option in the broken-line profile 140 detects the image of the page identification information 145 (for example, page number) about the corresponding projection data page 120. This page identification information is multiplexed like the data page and page indicator information that it corresponds, is memorized, and when the image of a page indicator and a data page is projected, it can be detected. When it follows, for example, the page indicator 110 of reinforcement higher than a threshold level is detected, page identification information can change the system parameter for multiplexing based on the detected page identification information 145 according to it, when the possible and projected data page image is not a desired data page before reading the data page 120. For example, a desired data page is identified as the page number 4, and when the projected data page is the page number 2, a near change required of the system parameter for multiplexing is determined that the image of the data page 4 is projected. Or it is also possible to change a reference beam incident angle by Hazama of the signal peak corresponding to the relative shift from the 2nd data page to the 4th data page.

[0050] For example, it is more possible to encode the page identification information 145 using a large sign symbol rather than being used for the information on the data page 120 or the sensor component 130. Thus, also when the mismatching of pixel aim doubling of Hazama of the pixel on which the data page image 120 was projected, and the sensor component 81 arises, the page identification information 145 can obtain projection of a desired page, before performing amendment of pixel aim doubling by making reading possible. Generally, page discernment can be read in spite of the mismatching of pixel aim doubling by using one to 5 times of the size of the data bit of the data page 110 for the data bit of the page identification information 145. Moreover, the page identification information 145 can also be arranged [also arranging near the data page 120, as shown in drawing 3 , and] in the data page 120. When carrying out the monitor of the page indicator image by the frequency of about 5kHz order, it is desirable to detect page identification

information by the frequency of about 1kHz order generally.

[0051] Pixel aim doubling (adjustment) of the projection data pixel of a data page and the sensor component 81 is attained by another feedback technique by this invention. In drawing 3, the group 170 of the sensor component 130 is used as a pixel aim doubling sensor for detecting the pixel aim doubling key (mark) memorized by the storage using the same record system characteristic as record of a corresponding data page and a corresponding page indicator. Since the pixel aim doubling key 160 is similarly remembered to be a corresponding data page and a corresponding indicator, when the images 120 and 110 of a data page and a page indicator are projected, the image 160 of a key is projected on the pixel aim doubling sensor 170. Moreover, these pixel aim doubling keys 160 are in the data pixel in the corresponding projection data page 120, and a known aim doubling condition. The image 160 of these pixel aim doubling keys realizes adjustment of Hazama of the sensor array component 130 and the data pixel in a data page image, and makes possible reading of the data contained in it.

[0052] It is possible to measure the amount of the mismatching of pixel aim doubling based on the comparison with the location and sense with which the pixel aim doubling key image projected is detected, and the projection location where those images are expected. Consequently, relative revolution of Hazama of the data page 120 projected and the sensor component 130 or migration of advancing side by side can be performed using the drive combined with a detector 80 or the components of that alien system 1, and this measured mismatching can be compensated. a drive -- the width of face of one sensor component 130, or height -- at least -- migration of a quadrant -- the thing of resolution, the width of face of the sensor component 130 whole, or height for which it has the total displacement range of 1/2 at least is desirable.

[0053] The example of the technique of performing pixel aim doubling adjustment is explained about the enlarged drawing of the pixel aim doubling key 160 on the sensor elements 170 shown in drawing 4. In drawing 4, in order to simplify explanation, only the amplification part of the detector 80 near the corner 310 where the projected data image 120 counters is shown. The sensor elements shown with a profile 320 correspond to the projection location where the image of the pixel aim doubling key pattern 160 to known pixel adjustment is expected.

[0054] According to the pixel aim doubling technique of an example, it activates and the sensor component of the sensor elements 170 generates the signal based on the detected illuminance. From such a signal, the location of the projected key 160 is detected and the location of each core of those keys is presumed. Then, the amount of the revolution demanded from a driver (drive) and advancing side by side is determined from the distance of Hazama of these presumed projection key cores and the core of the projection location 320 expected of corresponding.

[0055] Every time drawing 5 removes what is expressed with the profile to which the projection location 320 it is expected that is the pixel aim doubling key 160 projected corresponds, it corresponds to drawing 4. Reference marks 330 and 340 show the core of these profiles, respectively. The vector 350 which connects two cores 330 and 340 is shown, and this expresses the mismatching between the pixels of the projected image and the sensor component 130. Moreover, these vectors 350 give the movement magnitude of a revolution required to adjust a pixel and the sensor component 130 and advancing side by side.

[0056] The amount of rotations and the corresponding revolution central point are determined based on both vectors 350. It becomes possible to adjust the projected pixel aim doubling key 160 directly on the projection location 320 expected by such migration. However, when larger than the image with which the detection field of the sensor component 130 was projected, it is also possible to perform migration of the revolution and advancing side by side which attain pixel adjustment with the projection pixel aim doubling key position obtained as a result which does not correspond to the projection location expected. In such a case, the sensor component 130 can have consistency with the substantial nearest pixel that is not the location of the data page projection which is projected with the data page 120 and is not necessarily expected. Since an APS array has the field in which a discrete address is possible, or a sensor component, the data from the data page 120 projected can be read almost independently of where [on an array] the data page 120 is projected.

[0057] Thus, according to this invention, pixel aim doubling is attained in a single process by detecting and amending mismatching based on the core where the key projected is presumed. Various different configurations and the pixel group of pixel pattern arrangement can be included by the pixel aim doubling key 160. With this adjustment technique, a plain block is included in this, for example. However, the activity of the 2nd process which can tune adjustment of a sensor component and pixel aim doubling finely becomes easy by the activity of the pixel aim doubling key pattern which has arrangement of a ** pixel like the Berg loop formation which has the bar of the width of face which is different from each other or it is

equal, and spacing, a checker, or the sparse checker which has the repeat pattern of the ** pixel surrounded by eight dark pixels, and a dark pixel.

[0058] According to this 2nd adjustment process, a system 1 presumes the difference of the location of the projected key image, and the location expected in a precision smaller than the size of the sensor component 130. This difference corresponds to the pixel mismatching amended by a revolution and amendment migration of advancing side by side. For example, the pixel aim doubling key using the Berg loop-formation set which contains the bar of the dark pixel of various width of face and spacing for the background of a ** pixel can be used with such a technique. When this pixel aim doubling key is projected on the sensor component 130, the detection reinforcement of the pixel on which near the edge of a bar is projected is measured with the detection reinforcement of the projection pixel in the core of a bar with the background of a key 160. The difference of detection reinforcement based on such a comparison shows the mismatching of the bar edge in a precision smaller than the size of the sensor component 130. Then, such mismatching can be amended using a drive.

[0059] Similarly, the sparse checker pattern of the repeat sequence of the ** pixel surrounded by eight dark pixels can be used as an aim doubling key 160. Pixel adjustment with such a key is connected with the contrast on which Hazama of a dark core and the ring of a bright perimeter is projected. In this case, adjustment can be adjusted so that this contrast may be increased or it may maximize substantially.

[0060] The above-mentioned two-step process for pixel aim doubling is mere instantiation, and it does not mean limiting this invention. Instead, it is also possible to also use one of processes separately and to use it combining other aim doubling techniques, and to attain the pixel adjustment by this invention. Furthermore, it is in a data page -- it is -- it is also possible to adjoin a data page and to also use a single pixel aim doubling key and to use two or more aim doubling keys. It is also possible to use patterns other than the above with this invention, and to measure mismatching based on the difference of the location of the key projected, and the sense expected and a location. Such sense and a location that are expected can be measured by the system 1 based on the detection location of the image of a pixel aim doubling key.

[0061] The pixel aim doubling key 160, the page identification information 145, and the page indicator 110 offer feedback required for efficient projection and adjustment on a detector 80, in order to read the data contained in a desired data page. Furthermore, sensors 83,140 and 170 are CMOS. When mounted as a field of an APS array, respectively, it is possible to mount a circuit required to process the signal from these sensors to the same semiconductor chip (chip group) as the APS array being included. Thus, it is comparatively possible to control projection of the single data page of the request which the integrated circuit of low power should read by low cost while reading a data page, and adjustment. Moreover, the discrete address possible field or sensor component of an APS array is suitable for especially pixel aim doubling using adjustment procedure with the substantial nearest above-mentioned pixel.

[0062] Although the page indicator 110, the page identification information 145, and the pixel aim doubling key 170 were explained as a respectively separate projection image, according to this invention, it is possible to combine some functions of these images with the mark of the smaller number. Moreover, it is possible to use such a mark in the field which constitutes about 0.1% - 10% of the projection image field from a storage 25 irrespective of whether the function is combined or not. The remaining part of a projection image field can include data page information.

[0063] In the example of this invention, as drawing 1 , drawing 2 , and drawing 3 were explained, in order to read the data of a desired data page first, the multiplexed system characteristic is changed and a data page is projected on a sensor based on the feedback offered by the page indicator sensor. Next, as drawing 3 was explained, page identification information is read, when the projected page is not a desired page, only the relative amount which exists further changes the multiplexed system characteristic, and a desired page is projected. Next, as drawing 4 and drawing 5 were explained, pixel aim doubling is attained using the projected pixel aim doubling key and a pixel aim doubling key sensor.

[0064] Besides the example explained above, various modifications of this invention are possible. For example, it is possible to be independent or to use the feedback technique for projecting a page, identifying the page number and performing pixel aim doubling in combination other than the above. Moreover, although the above-mentioned example uses CCD or a CMOSAPS sensor for the detector 80 of drawing 1 , it can also use the detector of the type of others which have a discrete address possible sensor component etc. according to this invention.

[0065]

[Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, in a holographic system, it becomes possible a high speed and to access efficiently and to read at a data page.

[Translation done.]

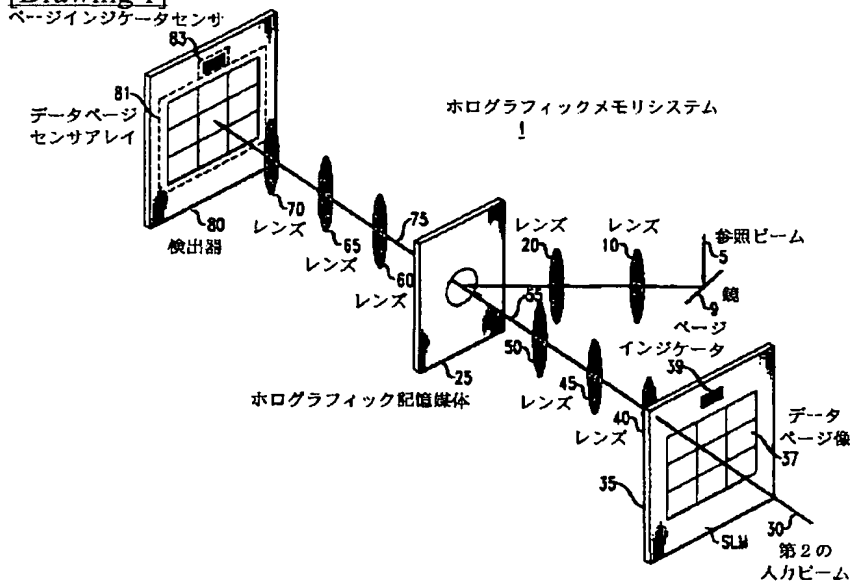
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

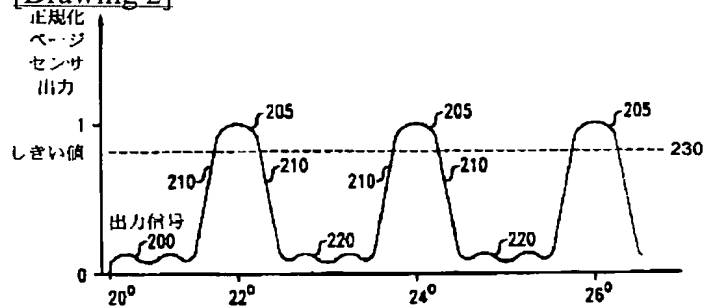
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

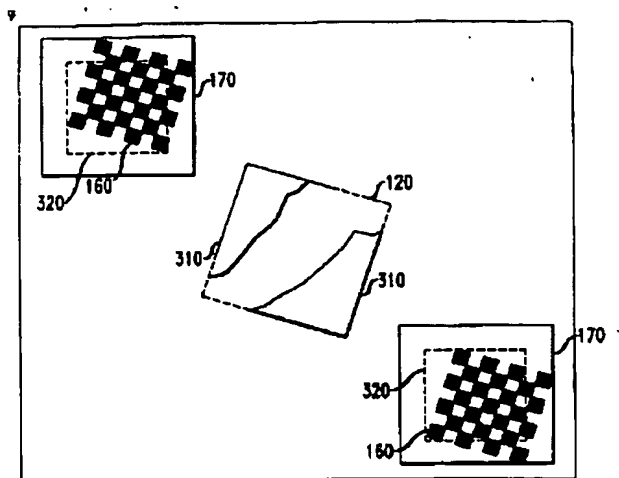
[Drawing 1]



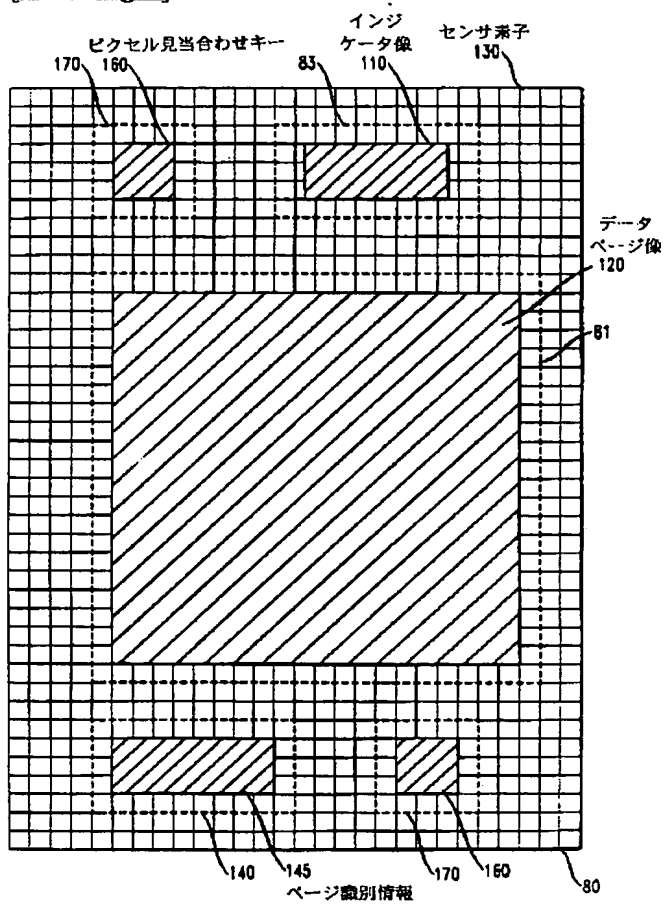
[Drawing 2]



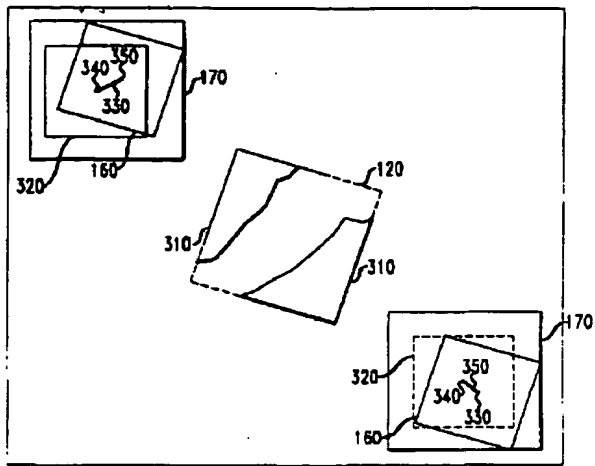
[Drawing 4]



[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-097792

(43)Date of publication of application : 14.04.1998

(51)Int.Cl.

G11C 13/04
G03H 1/26

(21)Application number : 09-168892

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 25.06.1997

(72)Inventor : CAMPBELL SCOTT PATRICK
CURTIS KEVIN RICHARD
RICHARDSON THOMAS J

(30)Priority

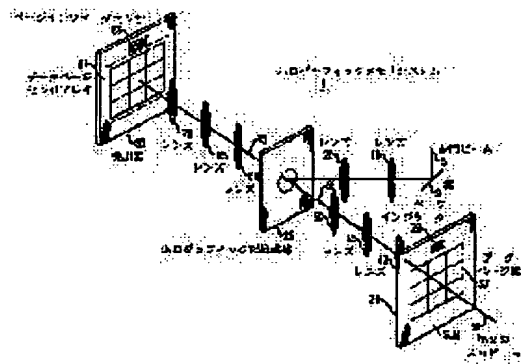
Priority number : 96 670923 Priority date : 26.06.1996 Priority country : US

(54) METHOD OF READING DATA IN HOLOGRAPHIC MEMORY SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To rapidly and effectively access the data page and to read out in a holographic system.

SOLUTION: The method uses the page indicator (mark) which is stored in a memory medium together with the data page. The page indicator is stored so that the picture quality of the page indicator to be projected represents the picture quality of the corresponding projected data page on the detector 80 during its reproduction. The picture quality of the projected page indicator is monitored in its reproduction. Based on the picture quality monitored, the system parameter is further varied or the the data from the corresponding page indicator projected on the detector is read out without varying the parameter. Based on detection of the sufficient picture quality of the projected page indicator, the page identifying information such as the page number projected together with the page data can be detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3220054

[Date of registration]

10.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-97792

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月14日

(51) IntCl.⁶

G 1 1 C 13/04

G 0 3 H 1/26

識別記号

F I

G 1 1 C 13/04

G 0 3 H 1/26

C

審査請求 未請求 請求項の数26 OL (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-168892

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月25日

(31) 優先権主張番号 6 7 0 9 2 3

(32) 優先日 1996年6月26日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッド

Lucent Technologies
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(72) 発明者 スコット バトリック キャンベル

アメリカ合衆国, 07928 ニュージャージ
ー、チャタム、ヒッコリー プレイス
25, アpartment シー4

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

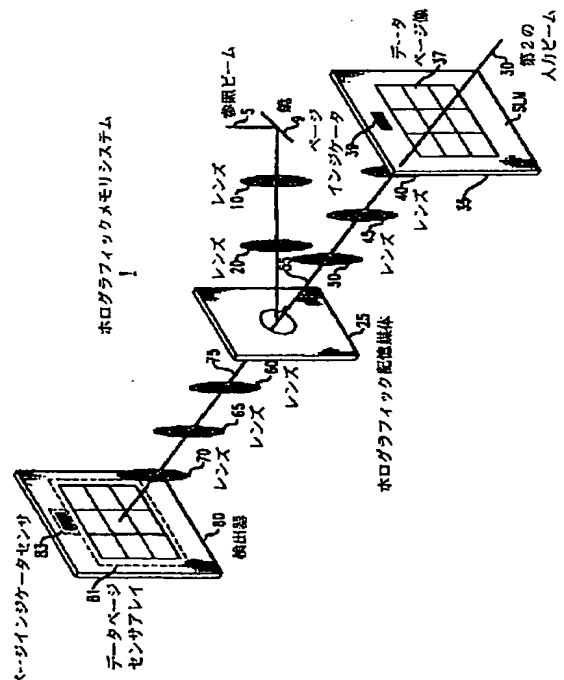
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラフィック記憶システムでデータを読み出す方法

(57) 【要約】

【課題】 ホログラフィックシステムにおいて、データページに高速かつ効率的にアクセスし読み出す。

【解決手段】 データページとともに記憶媒体に格納されるページインジケータ (マーク) を使用する。ページインジケータは、再生中に、投影されるページインジケータの画質が、検出器 80 上の対応する投影データページの画質を示すように格納される。再生中に、投影されるページインジケータの画質をモニタする。モニタされる画質に基づいて、システムパラメータをさらに変化させるか、あるいは、パラメータは変化させずに、検出器に投影される対応するデータページからのデータを読み出す。投影されるページインジケータの十分な画質を検出したことに基づいて、データページとともに投影されるページ番号のようなページ識別情報を検出することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1ページのデータの像を含むホログラフィック記憶媒体に光ビームを向けて検出器上に像を投影するステップと、

投影される像の品質が前記検出器上の対応するデータページ像の品質を示すように前記記憶媒体に記憶されたページインジケータ像の投影の品質をモニタするステップと、

前記記憶媒体に前記データページおよび前記ページインジケータを記憶させるのに用いたシステムのパラメータを変化させるステップと、

前記モニタするステップでモニタされるページインジケータ像の投影の品質に基づいて、さらに前記パラメータを変化させるか、または、前記パラメータを変化させずに前記検出器上に投影された前記データページからデータを読み取るステップとからなることを特徴とする、ホログラフィック記憶システムでデータを読み出す方法。

【請求項2】 前記モニタされるページインジケータ像の投影の品質は、ページインジケータ像の投影の強度であることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記データを読み取るステップは、投影されたページインジケータ像のしきい値品質の検出に基づいて実行されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】 前記データを読み取るステップは、投影されたページインジケータ像のおよそのピークの検出に基づいて実行されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記モニタするステップは、前記検出器のセンサアレイとは異なる少なくとも1つのセンサによって実行されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項6】 前記データページは、ある変換として前記記憶媒体に記録され、前記ページインジケータは前記データページ上に実質的に重ね合わせて記録され、前記モニタするステップは、前記変換の面において前記ページインジケータの投影をモニタすることを特徴とする請求項5の方法。

【請求項7】 前記検出器はアクティブピクセルセンサアレイであり、前記モニタするステップは、前記センサアレイのある領域内の少なくとも1つのセンサ素子によって実行されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項8】 前記モニタするステップは、前記アクティブピクセルセンサアレイを含む半導体チップに配置された回路によって実行されることを特徴とする請求項5の方法。

【請求項9】 前記変化させるステップは、モニタされたページインジケータ像品質に少なくとも部分的に基づくシステムパラメータを変化させることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項10】 前記ページインジケータが前記検出器上に投影されるときに前記検出器上に投影されるように前記記憶媒体に記憶されたページ識別情報を、前記ページ

2

インジケータの像の検出された品質に基づいて前記投影される像から読み取るステップと、

読み取ったページ識別情報に基づいて、現在投影されているデータページが所望のデータページでない場合に、ある相対量だけシステムパラメータをさらに変化させて所望のデータページを投影するステップとをさらに有することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項11】 前記ページ識別情報は、前記ページ識別情報を読み取るステップがピクセル見当合わせなしで実行可能のように投影されることを特徴とする請求項10の方法。

【請求項12】 ピクセル見当合わせキーを検出するステップと、

前記ピクセル見当合わせキーの検出された位置に基づいて、投影されたデータページ像のピクセルを前記検出器のセンサ素子とほぼ整合させるように前記検出器上に投影されたデータ像を相対的に移動させるように、投影されたデータページ像または検出器のうちの少なくとも一方を移動させるステップとをさらに有することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項13】 少なくとも1ページのデータページ像と、該データページ像に対応する少なくとも1つのピクセル見当合わせキー像とを含むホログラフィック記憶媒体に光ビームを向けて検出器上に像を投影するステップと、

投影された像のピクセル見当合わせキーを検出するステップと、

前記ピクセル見当合わせキーの検出された位置に基づいて、投影されたデータページ像のピクセルを前記検出器のセンサ素子とほぼ整合させるように前記検出器上に投影されたデータ像を相対的に移動させるように、投影されたデータページ像または検出器のうちの少なくとも一方を移動させるステップとを有することを特徴とする、ホログラフィック記憶システムでデータを読み出す際に使用する方法。

【請求項14】 前記移動させるステップは、前記データページの投影されたデータと、前記検出器の実質的に最も近いセンサ素子とをほぼ整合させるように、前記検出器上に投影されたデータ像を相対的に移動させることを特徴とする請求項12又は13いずれかの方法。

【請求項15】 検出されたピクセル見当合わせキー位置と、ピクセル見当合わせキー像の期待される位置の差を測定するステップをさらに有し、前記移動させるステップは、該測定するステップで測定される差に基づいて実行されることを特徴とする請求項12又は13いずれかの方法。

【請求項16】 検出されたピクセル見当合わせキー位置に基づいて、投影されたピクセル見当合わせキー位置のおよその中心位置を判定するステップをさらに有し、前記移動させるステップは、該判定するステップで判定

されたおよその中心位置と、期待されるピクセル見当合わせキー中心位置の差に基づいて実行されることを特徴とする請求項12又は13いずれかの方法。

【請求項17】 検出器と、

少なくとも1ページのデータと、投影される像の品質が前記検出器上の対応するデータページ像の品質を示すように前記記憶媒体に記憶されたページインジケータとを有するホログラフィック記憶媒体に向けて光ビームを放射する光源と、

前記ページインジケータの投影された像の品質を検出するページインジケータセンサと、

前記ページインジケータセンサに接続され、前記センサによって検出されるページインジケータ像の品質をモニタし、そのモニタした品質に基づいて、システムのパラメータを変化させるか、または、該パラメータを変化させずに前記検出器上に投影されたデータページからデータを読み取るコントローラとからなることを特徴とするデータ記憶装置。

【請求項18】 前記検出器はアクティブピクセルセンサアレイであり、前記ページインジケータセンサは前記アレイのある領域内の少なくとも1つのセンサ素子であることを特徴とする請求項17の装置。

【請求項19】 前記コントローラは、前記アクティブピクセルセンサアレイを含む半導体チップに配置された回路からなることを特徴とする請求項18の装置。

【請求項20】 前記コントローラに接続され、投影された像内のページ識別データ情報を読み取るページ識別センサをさらに有することを特徴とする請求項17の装置。

【請求項21】 前記検出器はアクティブピクセルセンサアレイであり、前記ページ識別センサは前記検出器のセンサアレイのある領域の複数のセンサ素子からなることを特徴とする請求項20の装置。

【請求項22】 前記コントローラに接続され、投影された像のピクセル見当合わせキーを検出する少なくとも1つのピクセル見当合わせセンサと、前記検出器に接続された少なくとも1つのドライバとをさらに有し、

前記コントローラは、前記ピクセル見当合わせキーの検出された位置に基づいて、投影されたデータページ像のピクセルを前記検出器の対応するセンサ素子とほぼ整合させるように、投影されたデータページ像に対して前記検出器を相対的に移動させることを特徴とする請求項17の装置。

【請求項23】 複数のセンサ素子を有する検出器と、少なくとも1ページのデータページ像と、該データページ像が前記検出器に投影されるときに投影されるように前記記憶媒体に記憶された対応するピクセル見当合わせキー像とを有するホログラフィック記憶媒体に向けて光ビームを放射する光源と、

投影された像のピクセル見当合わせキーを検出する少なくとも1つのピクセル見当合わせセンサと、前記検出器に接続され、投影されたピクセル見当合わせキー像の検出された位置に基づいて、投影されたデータページ像のピクセルを前記検出器のセンサ素子とほぼ整合させるように、投影されたデータページ像に対して前記検出器を相対的に移動させる少なくとも1つのドライバとからなることを特徴とするデータ記憶装置。

【請求項24】 前記検出器はアクティブピクセルセンサアレイであり、前記ピクセル見当合わせセンサは前記検出器のセンサアレイのある領域の複数のセンサ素子からなることを特徴とする請求項22又は23いずれかの装置。

【請求項25】 1ページのデータページを記憶媒体上に記録する第1記録ステップと、

前記データページが再生中に投影されるときに投影されるようにページインジケータ像を前記記録媒体上に記録する第2記録ステップとからなるプロセスによって製造されたホログラフィック記憶媒体。

【請求項26】 前記第1および第2の記録ステップは単一の記録ステップとして実行されることを特徴とする請求項25の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ホログラフィックデータ記憶システムに関する。

【0002】

【従来の技術】研究者の報告によれば、ホログラフィック記憶システムは、従来磁気ディスク記憶システムやコンパクトディスク読み出し専用メモリ（CD-ROM）に比べて大量のデータを比較的高速に検索することが可能である。データは一般に感光性記憶媒体内に形成されるホログラムとしてホログラフィックメモリに記憶される。ホログラムは、記憶媒体の屈折率、吸収率、偏光度あるいは反射率の変化のパターンとしてデータを表現する。

【0003】ホログラムパターンは一般に、2つの光ビーム（光線）を記憶媒体のある領域で交差させることによって形成される。これらの2つの光ビームは信号ビーム（信号光）および参照ビーム（参照光）と呼ばれる。信号光は、液晶ディスプレイ（LCD(liquid crystal display)）スクリーンのような空間光変調器（SLM(spatial light modulator)）にレーザ光を透過させることによって形成されることが多い。LCDスクリーンは、記憶させるべきデジタルデータの2次元描像に対応する透明領域および不透明領域のパターンを含む。LCDスクリーンから放射されるレーザ光信号は、レンズによって中継され、信号ビームを生成する。

【0004】ホログラムを記録する手段としてブラッグ選択性を使用するシステムでは、参照ビームは、特定の

5

波長あるいは記憶媒体に対する入射角のような特定の特性を有するコリメートされた光ビームである。このようなシステムでは、記録されるデータは、ホログラムパターンを記録するのに用いた参照ビームと同じ特性を有するコリメートされた光ビームで記憶媒体を照射することによって読み出す（再生する）ことができる。記憶媒体は、再生参照ビームの屈折、吸収あるいは偏光を引き起こすことにより、電荷結合素子（CCD (charged-coupled device)）のような光検出アレイ上に原データ表現の投影像を生成する。

【0005】代表的なCCDアレイは、投影されたデータ像の明暗パターンを同時に検知することによって動作する検知素子（センサ素子）のアレイを含む。ここで、光の量はCCDアレイの各センサ素子によって同時に検出されるが、検出されるそれぞれの光を表す電気信号は行または列ごとに順次的にしか読み出すことができない。その後、これらの電気信号は、コンピュータシステムのような処理システムによって使用される。デジタルホログラフィックメモリについて一般的には、D. Psaltis and F. Mok, "Holographic Memories", Scientific American, pp. 70-76 (1995年11月)に記載されている。

【0006】ホログラフィック記憶媒体の共通の領域にデータの連続するページを記録することによって、ホログラフィックメモリシステムにより比較的高い情報密度が達成されている。このような相異なるページの記録は、連続して記録されるページを区別するためにブラッグ選択性を使用することによって（例えば、参照ビームの入射角あるいは波長を変化させることによって）達成することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】それにもかかわらず、データの記憶と取り出しのためのホログラフィックメモリシステムの商用アプリケーションは現在のところ入手可能ではない。記録されたデータページを記憶媒体から読み出す際には、データページを記憶するために用いた特定のシステム特性が、光検出器アレイ上にデータページ像を投影するためにほぼ正確に複製されなければならない。複数のデータページを記録するためにブラッグ選択性を用いるシステムでは、読み出しのための参照ビームに要求される精度は、記憶媒体の厚さに依存する。媒体が厚いほど高い精度が要求される。例えば、記憶媒体の厚さが1 cmで、参照ビームの角が0.001°すなわち約 2×10^{-5} radだけずれた場合、投影されるデータページは実質的に消失してしまうこともある。

【0008】再生中に、熱膨張やその他の熱効果、および、ホログラフィックシステム部品間の機械的関係の物理的および光学的擾乱が、システム特性を、もともと記録に使用されたものから変動させることがある。このような変動は、データページ間の読み出しの区別を妨害す

6

ることになる。従来のシステムは、このような変動に対する有効な補償を設けていない。さらに、このような変動は、記録システムから再生システムへというように、ホログラフィックシステム間で記憶媒体を移動する際に特に問題となる。

【0009】さらに、これまで報告されているシステムは、光検出器アレイセンサ素子と、データページ像の投影ピクセル像との間の不整合を補償する技術を提供していない。このような整合あるいはピクセル見当合わせがなければ、データページの投影ピクセルは隣接するセンサ素子と重なり合ってしまう。このような重なり合いは、データの読み出しを非常に困難にする。

【0010】結果として、ホログラフィックシステムにおいて、データページに高速かつ効率的にアクセスして読み出す技術が必要とされている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、ホログラフィックメモリシステムにおける新規なフィードバックの使用に基づいて、記憶されたデータページの情報へのアクセスを容易にする。本発明のフィードバックは、データページ像の投影を劣化させることになるシステム部品間の関係における熱的、光学的あるいは機械的変動を補償することができる。データページは、行列形式などに編成される少なくとも1ビットのデータビットからなる1次元あるいは2次元の符号化表現である。

【0012】本発明は、対応するデータページ内にあるいはデータページに近接して記憶媒体に格納されるページインジケータ（マーク）を使用する。ページインジケータは、再生中に、投影されるページインジケータの画質（例えば、強度あるいは鮮鋭度）が、検出器上の対応する投影データページの画質を示すように格納される。そして、再生中に、システムのパラメータが変動する一方で、投影されるページインジケータの画質をモニターする。この変動するシステムパラメータは、記憶媒体にデータページおよびページインジケータを記録し多重化するためにもともと使用されたパラメータである。例えば、ブラッグ選択性を用いてデータページおよびページインジケータを記録する場合、参照ビーム特性を制御するシステムパラメータ（例えば、入射角あるいは波長）が変動する。その場合、投影されるページインジケータのモニターされる画質に基づいて、パラメータをさらに変化させるか、あるいは、パラメータは変化させずに、検出器に投影される対応するデータページからのデータを読み出す。

【0013】ページインジケータおよびデータページの像は、投影されるページインジケータの画質が対応する投影されるデータページの画質を示すように記憶されるため、投影されるページインジケータの画質の検出は、データを読み出すのに十分な信号対ノイズ比でデータページ像が検出器に投影されるときを示すフィードバック

として使用することができる。さらに、このフィードバックは投影像に基づいているため、検出器上のデータページの投影を劣化させることになるシステム部品や記憶媒体の間の関係における熱的、光学的あるいは機械的変動を効率的に補償することが可能となる。

【0014】投影されるページインジケータの十分な画質を検出したことに基づいて、データページ像内にあるいはデータページに近接して投影されるページ番号のようなページ識別情報を検出することができる。このようなページ識別情報は、記憶媒体が複数のデータページを含むときに、投影されたデータページが所望のデータページかどうかを識別するためのフィードバックとなる。投影されたページが所望のページではない場合、システム特性をさらに変化させて、所望のデータページを投影させる。

【0015】センサ素子とデータページ像におけるデータピクセルの間のピクセル見当合わせも、同様のフィードバック技術を用いて達成される。例えば、少なくとも1つの見当合わせキーパターンを、記憶媒体のデータページ内あるいはデータページに近接した既知の位置に記録する。この見当合わせキーの検出は、ピクセル見当合わせを達成するために必要な、投影されたデータページ像に対するセンサ素子の回転および並進の移動量を決定するために使用可能である。このような決定は、例えば、投影されるキーの位置および向きと、キーの投影の予想される位置および向きの相対的な差に基づいて行うことができる。

【0016】ページ識別子をモニタし識別情報を読み出す検出器と、データページを読み出すためのCCD形アレイセンサとに別々のものを使用することも可能であるが、これらのセンサに単一のCMOS能動ピクセルセンサ(APS(active pixel sensor))を使用するのが有用である。APSアレイは、低電力しか必要とせず、比較的安価に製造でき、個別にあるいはグループ単位でセンサを読み出すことが可能な個別アドレス可能センサ素子を提供する。このようなアレイは、高価で個別にアドレス可能でない従来のCCDアレイに比べて大幅な改良を提供する。また、APSアレイは個別アドレス可能なセンサ素子を有するため、別々のセンサを使用せずに、APSアレイの個別の領域が、ページインジケータ、ページ識別情報およびピクセル見当合わせキー像を検出するために使用可能である。このようなAPSによる検出は、従来のCCDアレイの場合よりも一般に高速に実行可能である。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明は、ホログラフィックメモリシステムにおける新規なフィードバックの使用に基づいて、記憶されたデータページの情報への高速なアクセスを容易にする。データページとは、行列形式などに編成されるデジタルデータビットからなる1次元あるい

は2次元の符号化表現である。本発明のフィードバック技術は、再生中に、検出器に投影されるデータページ像の画質を低下させてビット誤り率(BER)を増大させることになるシステム部品間の関係における熱的、光学的あるいは機械的変動を補償する。

【0018】本発明は、対応するデータページ像内にあるいはデータページ像に近接してホログラフィック記憶媒体に格納されるページインジケータ(マーク)を使用する。ページインジケータは、再生中に、投影されるページインジケータの画質(例えば、強度あるいは鮮鋭度)が、検出器上の対応する投影されるデータページの画質を示すように格納される。そして、再生中に、投影されるページインジケータの画質をモニタし、モニタされた画質が、対応する投影データページが読み取りに十分な信号対ノイズ比(SNR)で投影されていることを示すときには、データページは検出器のセンサ素子によって読み取られる。

【0019】投影データページを読み取るのに要求される十分なSNRがあるかどうかの判定は、センサや記憶媒体のタイプおよびその他のシステムの特性に依存し、検出器、記憶媒体、光源あるいはその他のシステムの部品のタイプごとのサンプル測定に基づく可能性がある。さらに、投影データページに対して十分なSNRがあることを示す投影ページインジケータに対してモニタされる個々の画質もまた、センサ、記憶媒体のタイプおよびその他のシステムの特性に基づく可能性があり、これには、例えば、投影像の強度あるいは輝度や鮮鋭度の尺度が含まれる。このような画質尺度は、例えば、上記のサンプル測定値やその他のサンプル測定値に基づく可能性がある。また、投影像のSNRは、ホログラフィックメモリシステムの他の部品に対する記憶媒体の相対的整合(アラインメント)と、多重化して像を記録するのに使用されるシステム特性にも基づいている。

【0020】このように、本発明によれば再生中に、記憶媒体にデータページおよびページインジケータを記録(多重化)するのにもともと用いられたシステムパラメータは変動し得る一方で、投影ページインジケータの画質がモニタされる。対応するデータページが十分な画質すなわちSNRで投影されていることを示す画質が検出されるときには、対応するデータページ像は検出器によって読み取られ、対応する読み取りデータは処理のために他のシステム部品に提供される。このようにして、本発明は、投影されるページインジケータの画質のモニタリングに基づいて、対応するデータページ像がそれに含まれるデータを読み取るのに十分にセンサ素子に投影されているときを示す。この技術は、投影されるデータページ像の画質を劣化させることになるシステム部品間における熱的、光学的あるいは機械的変動を効率的に補償する可能性を提供する。

【0021】本発明は、投影されるデータページ像に対

応するページインジケータ像の検出に基づいているため、データページを読み取るのにどのような方法を選択するかということは本発明を実施するのに本質的ではない。以下、本発明を、図1のホログラフィックメモリシステム1の実施例に関して説明する。このシステムは、データページの記録および再生のために、参照ビーム波長あるいは入射角を制御するパラメータのようなブラッグ選択性関連のパラメータを使用する。しかし、他のシステムパラメータおよび他の記録技術も本発明に従って使用可能である。例えば、ページ露光間で信号および参照ビームに対して記録媒体をシフトさせるというような他のブラッグ選択性技術を使用してデータページを記録することも可能である。

【0022】また、データページおよびページインジケータは、ページ露光間で信号および参照ビームに対して記録媒体をシフトさせることによって生成されるホログラムを部分的に重ね合わせる「シフトホログラフィ」と呼ばれる同様の技術によって記録することも可能である。シフトホログラフィは、“1995 OSA Conf. on Optical Computing”, OSA Technical Digest Series, vol.1 0, pp.219-221 (1995)に詳細に記載されている。このようなシステムでは、記録に用いられるシステムパラメータは、記憶媒体に入射する参照ビームの相対位置とすることが可能である。もう1つの記憶技術として、比較的薄い（例えば、代表的には1mm以下）記録媒体の使用を可能にし、シフトホログラフィより高いオーダーの記憶密度を達成するものとして位相相関多重化ホログラフィ（PCMH (Phase Correlation Multiplexing Holography)）があり、これは米国特許出願第08/435, 705号に記載されている。PCMHは、連続する記録ページを区別するためのシステムパラメータとして、ブラッグ角の代わりに、記憶媒体と光ビームの相対位置を使用する。

【0023】システム1において、入力光ビーム5（一般に、少なくとも部分的には平面波）は参照ビームとして使用される。この参照ビーム5は、鏡9で反射し、レンズ10および25によりホログラフィック記憶媒体25上に4F結像する。記憶媒体は、例えば鉄をドーブルしたLiNbO₃などの、光情報記憶に適した材料組成とすることが可能である。レンズ10および20は4F配置に置かれ、対応する参照ビーム像を媒体25上に生成する。ビーム像の倍率はレンズ10および20の焦点距離によって決定される。

【0024】第2の入力ビーム30は、空間光変調器（SLM (spatial light modulator)）35によって変調される。SLM35は、記憶すべき情報のデジタルデータページ37を表す透明および不透明の領域の1次元または2次元のパターンを含むLCDスクリーンとすることが可能である。さらに、SLM35は、本発明に従って用いられるページインジケータ39（詳細は図2

および図3に関して後述）も含む。ページインジケータ39の像はデータページ像37の外側に図示されているが、容易に理解されるように、本発明によれば、ページインジケータ39は、データページ像37の内部に、あるいは、重なり合って配置されることも可能である。

【0025】SLM35から放出される光信号はレンズ40、45および50によって中継され、媒体25に入射する信号ビーム55を生成する。これに対応して、レンズ60、65および70からなるレンズのセットは、対応する投影75からのデータページ像を検出器80上へ中継する。検出器80は、投影されるデータページ像のデータを読み取る複数のセンサ素子81と、対応するページインジケータ像を検出するページインジケータセンサ83を有する。さらに、センサ素子81は、図3に示すようなアレイ状に配置されることが可能である。

【0026】記憶媒体25に相異なるデータページ像を記録するために、そのような像を角度多重化により記録することが可能である。このような記録技術によれば、記憶媒体25に対して相異なる入射角の参照ビームを用いてそれぞれのデータページ像を記録することができる。例えば、鏡9を回転させて、各ページ像に対して所望の入射角を生成することができる。あるいは、音響光学セルを用いて、所望の入射角の参照ビームを生成することもできる（詳細は後述）。

【0027】レンズ40、45および50からなるレンズセットおよびレンズ60、65および70からなるレンズセットはいずれも4F配置に置かれる。このようにして、データページおよびページインジケータの像のフーリエ変換がホログラムとして媒体25に記録されるとともに、検出器80には再構成されて投影される。4F配置は、特定の焦点距離間隔を必要とする。例えば、データパターンスクリーン（SLM）35とレンズ40の間隔はレンズ40の焦点距離に等しく、レンズ70と検出器80の間隔はレンズ70の焦点距離に等しく、対応するレンズ対（45と50、および60と65）のレンズ間隔は、レンズ対の各レンズの焦点距離の和である。

【0028】フーリエ変換の使用により、データページからの情報の読み取りにおける誤りの検出および訂正が容易になる。しかし、そのような変換は本発明の実施にとって本質的ではない。レンズセット40、45および50から1個のレンズを省略することにより、媒体25におけるフーリエ変換はSLM35によって生成される2次元データページで置き換えられる。このような構成において、レンズセット60、65および70から対応する1個のレンズを省略することにより、検出器80においてデータページが正しく再構成される。本発明によれば、データページ像は、所望のデータページフォーマットが検出器80に投影される限り、媒体25における1次元または2次元のデータアレイ、フーリエ変換像面

またはその他の全部もしくは一部が変換された像面として記憶されることが可能である。

【0029】各ページを記録するのに少なくとも1つのシステムパラメータを変化させることによって、各媒体に複数のデータページを記録することが可能である。ブラッグ選択性の場合、各データページを記録するために、対応する相異なる参照ビーム波長または入射角を生成する相異なるシステムパラメータ設定を使用することが可能である。例として、記憶媒体25が厚さ1cmのオーダーであり参照ビーム波長が約500nmである場合、例えば5個のsync-null間隔（位相整合間隔）をあけることにより記憶媒体25に複数のデータページを記録することができる。この間隔は、記録されるデータページ間で約0.25nmだけ異なる参照ビーム波長、あるいは、記録データページ間で約 10^{-4} radだけ異なる参照ビーム入射角を使用することに対応する。

【0030】記録のための入射角を変化させる技術の例として、従来の音響光学セルを使用するものがある。このようなセルは、一般に、約10 μ sのオーダーの時間で約1°の角度シフトを達成することが可能である。しかし、この角度は、約10°までの変化を提供するように光学的に増倍され、その際そのような変化を達成するための追加の時間遅延がないようにすることが可能である。さらに、PCMHの場合、位相マスクと記憶媒体25の相対位置として異なるものを使用することにより、各ページを記録することが可能である。実施例のPCMHシステムでは、このような相対位置の差として、データページ間で10 μ mのオーダーの距離を使用することによって各データページを記録することが可能である。

【0031】再生すなわち読み出し中に、参照ビーム5は、検出器80にデータページ像を投影するために使用可能である。こうして、本発明によれば、再生専用システムは、図1のシステム1から、SLM35、レンズ40、45および50、ならびに入射ビーム30を省略することによって製造することができる。再生中に、媒体25から所望のデータページの像を生成するために、そのデータページを記録するために使用したシステムパラメータ設定を正確に再現しなければならない。例えば、ブラッグ選択性を用いるシステムでは、参照ビーム波長のようなブラッグ選択性パラメータを、一般に0.01%あるいはそれ以下のオーダーの変動で再現しても、投影されるデータページ像が消失することがある。さらに、正確なシステムパラメータの再現は達成が困難であることが多く、システム部品間の関係における熱的、光学的あるいは機械的変動や、記憶媒体25における光学的変動によって悪影響を受ける。

【0032】しかし、再生中に、システム1は、ページインジケータ39の投影の質を検出することによるフィードバックに基づいて、対応するデータページの投影が検出器80による読み取りに十分なSNRを有している

ときを示すことができる。このように、システム1はこのフィードバックに基づいているため、検出器80に投影されるデータページのSNRの劣化（低下）を引き起こすことの多い、システムにおける熱的、光学的あるいは機械的変動を効率的に補償することができる。

【0033】本発明の一実施例によれば、記憶媒体にデータページおよびページインジケータの像を記録するのにもともと使用されたシステムパラメータを、それぞれのデータページを記憶するのに用いた範囲に一致する範囲内で変化させる。こうして、複数のデータページが、例えば10°の範囲にわたって記録された場合、同じ10°の範囲を再生中に使用する。再生中に、参照ビーム入射角が、熱的、光学的あるいは機械的変動を含めて、記録に用いられた角度と一致するときには、対応するページインジケータおよびデータページの像110および120がそれぞれ図3（詳細は後述）に示すようにページインジケータセンサ83およびセンサアレイ81に投影される。ページインジケータセンサ83は、投影されたページインジケータ像110の質に基づく信号を生成する。

【0034】例として、ページインジケータセンサ83の正規化された出力信号200を図2に示す。信号200は、実施例の記憶媒体25に対する参照ビーム入射角の変動中に生成されたものである。図2において、センサ83は、インジケータ像の強度（輝度）の質を検出している。また、図2において、センサ83の相対的に明るい照明は、信号200のピーク205付近で生じている。これは、参照ビーム入射角22°、24°および26°に対応する。これらの角度は、図1の記憶媒体25にそれぞれのデータページ像および対応するページインジケータを記録するのに用いた参照ビーム入射角に対応する。

【0035】システムが、角度22°、24°および26°のうちの1つから参照ビーム入射角を変化させると、ページインジケータセンサ83を照射するページインジケータ像の対応する強度が低下する。このような強度の低下は、図2の領域210における信号に示されるように、信号200の大きさの同様の低下を引き起こす。投影されるページインジケータ像の強度の低下は、ページインジケータセンサ信号200の領域220によって示されるように投影されるデータページ像がほぼ消失するまで参照ビーム入射角がさらに変動する間継続する。

【0036】ページインジケータの増強度がしきい値をいつ超えるかを検出することによって、センサ素子81による読み取りに十分なSNRでデータページ像が投影されるときを識別することが可能である。例示的なしきい値を図3では破線230で示す。こうして、データページ像を、以下のようにして図1のセンサ素子81に投影することができる。

(1) 参照ビーム入射角を所望のデータページに対する特定の範囲内で変動させる。

(2) しきい値230より大きいページインジケータセンサ出力信号200が生成されると、データをセンサ素子81によって、対応する投影されたデータページ像から読み出す。

【0037】ブラッグ選択性に基づく本発明による実施例の再生システムでは、参照ビーム入射角は、記録に用いた範囲（例えば10°のオーダー）にわたって、段階的に、または、ほぼ連続的に変化させ、その間に、投影されるページインジケータの強度を、約1000回/秒のオーダーの頻度で検出する。段階的な角度変化を用いるようなシステムでは、ステップサイズは例えば10⁻⁵ radとすることが可能であり、これは従来の音響光学セルによって達成可能である。さらに、このようなシステムでは、投影されるページインジケータ輝度は、各ステップで、もしくは、一連の数ステップで、または、参照ビーム角の変化中に間欠的にモニタすることが可能である。

【0038】さらに、画質の信号ピークをモニタして、データページ投影がセンサ素子81による読み取りに十分なSNRを有しているときを判定することが可能である。また、信号200を、再生システムパラメータを変化させるための基礎として使用して、しきい値、ピーク検出尺度などを超えるかどうかにかかわらず、非常に高い画質のページインジケータがセンサ83に投影されるようにすることが可能である。

【0039】図1のシステム1では、ページインジケータセンサ83およびセンサアレイ81に別々のセンサを用いて組み合わせることが可能である。例えば、従来のCCDセンサアレイをデータページインジケータセンサアレイ81に使用し、従来の光検出器をページインジケータセンサ83に使用することが可能である。ページインジケータセンサ83は、ページインジケータ像の対応する領域より大きい検出領域を有することも小さい検出領域を有することも可能である。しかし、大検出領域を有するセンサを用いて、投影と検出器80の間の不整合を補償すると有利である。このような大きなセンサ83は、データページ120を読み取るためにセンサ素子130に使用されるよりも低いSNRでページインジケータ像110の検出を実行するのにも有効である。

【0040】また、ページインジケータ像110は、データページ像120および対応するセンサ素子130におけるデータピクセルより大きくすると有効である。ページインジケータ像110は、10~100倍のオーダーで大きくすることが可能である。ページインジケータ像110を大きくするほど、大量の光がセンサ83に投影されることになるため、センサ83は、より高速に光を検出して対応するフィードバックを提供することができる。

【0041】また、個別にアドレス可能な領域を有する単一の大きいセンサアレイをページインジケータセンサ83およびデータページセンサアレイ81に使用することも可能である。個別にアドレス可能なセンサ領域は、CCDアレイで要求されるように素子のアレイ全体を読み出すことを必要とせず、個別に活性化されて出力信号を提供することが可能である。この場合、少なくとも1つの個別アドレス可能センサ素子からなる領域をページインジケータセンサ83に使用し、複数の個別アドレス可能センサ素子を有する別の領域をデータページセンサアレイ81に使用することができる。

【0042】別の実施例では、ページインジケータ像を用いて、記憶媒体25の相対位置と、それに対応してシステムに対するその整合を示すことができる。ページインジケータ像は、例えばデータページ像のフーリエ変換上にほとんど重ね合わせて、記憶媒体25に記憶させることができる。このようにして、4F配置の奇数個のレンズを通る記憶媒体25のフーリエ変換の対応する投影は復元されたデータページ像となり、一方、4F配置の偶数個のレンズを通る像のほぼ同時の投影は、復元された整合ページインジケータの像となる。

【0043】これらのデータページおよび整合ページインジケータの像は、例えばビームスプリッタ（例えば半透明鏡）を用いて光学的に互いに分離することができる。このようなビームスプリッタを奇数個のレンズの後に配置して、投影される像のエネルギーの一部をビームスプリッタによってデータページ像を読み取るために検出器80のセンサアレイへと反射するとともに、投影される像のエネルギーの残りの部分はビームスプリッタと別の奇数個のレンズを透過させて記憶媒体整合検出のためにページインジケータセンサ83に送ることができる。

【0044】このようにページインジケータを整合のために使用することにより、記憶媒体25の相対位置の直接測定ができる。こうして、例えば、データページ像を記録するために記憶媒体25と参照ビーム5の間の相対シフトに対応する多重化システムパラメータを使用するシステムでは、上記の測定技術は、再生中に記憶媒体25の相対位置を検出し、相対シフトに基づいて所望のデータページへのアクセスを実現することができる。さらに、このような測定技術によれば、再生整合を改善し、対応して、SNRを改善し、高い回折効率を達成することも可能である。

【0045】このようにして、ページインジケータを用いて、記憶媒体25の相対位置を示すとともに、投影される像の強度のような他の品質の測定も行うことができる。容易に理解されるように、記憶媒体25の相対位置の測定のためには、ページインジケータ像は、対応するデータページ像が記憶媒体25に記録される変換面で、センサ83によって検出されなければならない。しか

し、投影強度のような他の品質の測定では、ページインジケータを変換面内で、あるいは、検出器80による読み取りが可能なデータページ像の面内で検出することが可能である。

【0046】検出器80として使用するのに有利な大きい単一のセンサアレイとしては、アクティブピクセルセンサ (APS (active pixel sensor)) アレイ (例えば CMOS APSアレイ) がある。CMOS APSアレイは、個別アドレス可能なセンサ素子あるいは領域を有し、検出した光の強度に対応する電気信号を生成する。APSアレイは低コストで製造可能であり、一般に、消費電力は低く (例えば、一般に、同等のCCDセンサアレイによって消費される電力の1%)、室温でCCDアレイよりも高い性能を発揮する。また、APSによって生成される電気信号を処理するCMOS回路はAPSアレイと同じCMOSチップ上に配置することが可能であるため、コンパクトな検出器を構成することができる。さらに、APSアレイは個別アドレス可能なセンサ領域あるいは素子を有するため、全データページを読み出さなければならないCCDの場合よりもかなり高速に投影データページの個々の部分を読み出すことができる。また、CMOS APSセンサの使用により、ページインジケータの検出を、例えば毎秒5000サンプルという十分に高いレートで行うことが可能であるため、従来の磁気記憶装置の場合のオーダーの時間でデータのアクセスおよび取得が可能となる。

【0047】現在では、検出領域が $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ までのオーダーのセンサ素子を有するCMOS APS検出器を製造することが可能である。さらに、CMOS APS検出器は、例えば、約1 Mbitまでの情報を有するデータページを読み出すのに十分な 10^6 個のオーダーのセンサ素子を有することが可能である。CMOS APS検出器は、A. Dickinson et al., "Standard CMOS Active Pixel Image Sensors for Multimedia Applications", Sixteenth Conference on Advanced Research in VLSI, pp.214-224 (Chapel Hill, N. Carolina, March 27-29, 1995)に詳細に記載されている。

【0048】実施例のCMOS APSアレイ検出器80の表面を図3に示す。これは、個別アドレス可能センサ素子130のアレイあるいはセンサ素子130の領域を含む。図3において、少なくとも1つのセンサ素子130からなるセンサ素子群は図1のページインジケータセンサ83として作用し、対応する破線輪郭内に示されている。同様に、別のセンサ素子130からなるセンサ素子群は図1のデータページセンサアレイ81として作用し、対応する破線輪郭内に含まれている。ページインジケータ像110と、対応するデータページ像120はそれぞれのセンサ素子130群上に投影されるように示されている。ページインジケータセンサ83には、対応

するページインジケータ像110より大きい領域を覆うセンサ素子130群または単一の比較的大きいセンサを使用して、ピクセル見当合わせで可能性のある不整合を補償することが望ましい。例えば、 30×30 のセンサ素子130群を用いて、一般に 20×20 のセンサ素子の領域を覆うページインジケータ像110を検出することができる。また、このような大きいセンサ83は、データページ120を読み取るためにセンサ素子130に使用されるよりも低いSNRでページインジケータ像110の検出を実行することが可能である。

【0049】破線輪郭140内のオプションのセンサ群は、対応する投影データページ120に関するページ識別情報145 (例えばページ番号) の像を検出する。このページ識別情報は、対応するデータページおよびページインジケータ情報と同様に多重化されて記憶され、ページインジケータおよびデータページの像が投影されるときに検出可能である。従って、例えば、しきい値レベルより高い強度のページインジケータ110が検出されるときに、ページ識別情報は、データページ120を読み出す前に読み取り可能であり、投影されるデータページ像が所望のデータページでない場合には、それに従って、多重化のためのシステムパラメータを、検出されたページ識別情報145に基づいて変化させることができる。例えば、所望のデータページがページ番号4として識別され、投影されたデータページがページ番号2である場合、多重化のためのシステムパラメータに要求されるおよその変化は、データページ4の像が投影されるように決定される。あるいは、第2のデータページから第4のデータページまでの相対シフトに対応する信号ピークの間で、参照ビーム入射角を変化させることも可能である。

【0050】例えば、データページ120またはセンサ素子130の情報に用いられるより大きい符号シンボルを用いてページ識別情報145を符号化することが可能である。このようにして、データページ像120の投影されたピクセルとセンサ素子81の間のピクセル見当合わせの不整合が生じた場合にも、ページ識別情報145は読み取り可能とすることにより、ピクセル見当合わせの補正を実行する前に、所望のページの投影を得ることができる。一般に、データページ110のデータビットのサイズの例えば1~5倍をページ識別情報145のデータビットに使用することにより、ピクセル見当合わせの不整合にもかかわらずページ識別を読み取ることができる。また、ページ識別情報145は、図3に示されるようにデータページ120の付近に配置することも、データページ120内に配置することも可能である。ページインジケータ像を約5 KHzのオーダーの頻度でモニタするときには、一般にページ識別情報を約1 KHzのオーダーの頻度で検出することが望ましい。

【0051】データページの投影データピクセルとセン

17

サ素子81とのピクセル見当合わせ(整合)は、本発明によるもう1つのフィードバック技術によって達成される。図3において、センサ素子130の群170は、対応するデータページおよびページインジケータの記録と同じ記録システム特性を用いて記憶媒体に記憶されるピクセル見当合わせキー(マーク)を検出するためのピクセル見当合わせセンサとして使用される。ピクセル見当合わせキー160は対応するデータページおよびインジケータと同様に記憶されるため、データページおよびページインジケータの像120および110が投影される10
ときに、キーの像160はピクセル見当合わせセンサ170上に投影される。また、これらのピクセル見当合わせキー160は、対応する投影データページ120内のデータピクセルと既知の見当合わせ状態にある。これらのピクセル見当合わせキーの像160は、センサアレイ素子130と、データページ像内のデータピクセルとの間の整合を実現し、それに含まれるデータの読み取りを可能にする。

【0052】投影されるピクセル見当合わせキー像の検出される位置および向きと、それらの像の期待される投影位置との比較に基づいて、ピクセル見当合わせの不整合の量を測定することが可能である。その結果、検出器80やその他のシステム1の部品と結合した駆動機構を用いて、投影されるデータページ120とセンサ素子130の間の相対的な回転あるいは並進の移動を行い、この測定された不整合を補償することができる。駆動機構は、1個のセンサ素子130の幅または高さの少なくとも4分の1の移動分解能と、センサ素子130全体の幅または高さの少なくとも2分の1の全移動範囲を有することが望ましい。

【0053】ピクセル見当合わせ整合を実行する技術の例について、図4に示したセンサ素子群170上のピクセル見当合わせキー160の拡大図に関して説明する。図4において、説明を簡単にするために、投影されたデータ像120の対向する隅310に近い検出器80の拡大部分のみを示す。輪郭320によって示されるセンサ素子群は、既知のピクセル整合に対するピクセル見当合わせキーパターン160の像の期待される投影位置に対応する。

【0054】実施例のピクセル見当合わせ技術によれば、センサ素子群170のセンサ素子は活性化され、検出した照度に基づく信号を生成する。このような信号から、投影されたキー160の位置を検出し、それらのキーのそれぞれの中心の位置を推定する。すると、ドライバ(駆動機構)から要求される回転および並進の量は、これらの推定された投影キー中心と、対応する期待される投影位置320の中心の間の距離から決定される。

【0055】図5は、投影されるピクセル見当合わせキー160と、期待される投影位置320が対応する輪郭で表されていることを除いては図4に対応する。これら

18

の輪郭の中心をそれぞれ参照符号330および340で示す。2つの中心330と340を連結するベクトル350が示されており、これは、投影された像とセンサ素子130のピクセル間の不整合を表す。また、これらのベクトル350は、ピクセルとセンサ素子130を整合させるのに必要な回転および並進の移動量を与える。

【0056】回転移動量と、対応する回転中心点は、両方のベクトル350に基づいて決定される。このような移動により、投影されたピクセル見当合わせキー160を、期待される投影位置320上に直接整合させることが可能となる。しかし、センサ素子130の検出領域が投影された像より大きい場合には、期待される投影位置に対応しないような、結果として得られる投影ピクセル見当合わせキー位置とのピクセル整合を達成する回転および並進の移動を行うことも可能である。このような場合、センサ素子130は、データページ120とともに投影され、必ずしも期待されるデータページ投影の位置ではない実質的に最も近いピクセルと整合することが可能である。APSアレイは個別アドレス可能な領域あるいはセンサ素子を有するため、投影されるデータページ120からのデータは、データページ120がアレイ上のどこに投影されるかはほとんど独立に読み出すことができる。

【0057】このようにして、ピクセル見当合わせは、本発明によれば、投影されるキーの推定される中心に基づいて、不整合を検出し補正することによって、単一のプロセスで達成される。ピクセル見当合わせキー160は、さまざまな異なる形状およびピクセルパターン配置のピクセル群を含むことが可能である。これには、例えば、この整合技術では、無地のブロックが含まれる。しかし、等しいまたは異なる幅および間隔のバーを有するバーグループ、市松模様、あるいは、8個の暗ピクセルによって囲まれた明ピクセルの繰り返しパターンを有する疎らな市松模様のような明ピクセルおよび暗ピクセルの配置を有するピクセル見当合わせキーパターンの使用により、センサ素子の整合およびピクセル見当合わせを微調整することが可能な第2のプロセスの使用が容易になる。

【0058】この第2の整合プロセスによれば、システム1は、投影されたキー像の位置と、期待される位置の差を、センサ素子130のサイズより小さい精度で推定する。この差は、回転および並進の補正移動によって補正されるピクセル不整合に対応する。例えば、明ピクセルの背景でさまざまな幅および間隔の暗ピクセルのバーを含むバーグループセットを用いたピクセル見当合わせキーをこのような技術で使うことができる。このピクセル見当合わせキーがセンサ素子130上に投影されるときに、バーのエッジ付近の投影されるピクセルの検出強度を、キー160の背景とともに、バーの中心における投影ピクセルの検出強度と比較する。このような比

較に基づく検出強度の差は、センサ素子130のサイズより小さい精度でのバーエッジの不整合を示す。その後、このような不整合は、駆動機構を用いて補正することができる。

【0059】同様に、8個の暗ピクセルによって囲まれた明ピクセルの繰り返し系列の疎かな市松模様パターンを見当合わせキー160として使用することができる。このようなキーとのピクセル整合は、暗い中心と、明るい周囲の環の間の投影されるコントラストに関係づけられる。この場合、整合は、このコントラストを増大させ、あるいは、実質的に最大化するように調整することができる。

【0060】ピクセル見当合わせのための上記の2段階プロセスは単なる例示であり、本発明を限定することを意味するものではない。代わりに、いずれかのプロセスを別個に使用することも、他の見当合わせ技術と組み合わせて使用して、本発明によるピクセル整合を達成することも可能である。さらに、データページ内であるいはデータページに隣接して、単一のピクセル見当合わせキーを使用することも、複数の見当合わせキーを使用することも可能である。上記以外のパターンを本発明とともに用いて、投影されるキーの位置と、期待される向きおよび位置の差に基づいて不整合を測定することも可能である。このような期待される向きおよび位置は、ピクセル見当合わせキーの像の検出位置に基づいてシステム1によって測定することができる。

【0061】ピクセル見当合わせキー160、ページ識別情報145およびページインジケータ110は、所望のデータページに含まれるデータを読み取るために検出器80上で効率的な投影および整合に必要なフィードバックを提供する。さらに、センサ83、140および170がCMOS APSアレイの領域としてそれぞれ実装される場合、そのAPSアレイを含むのと同じ半導体チップ（チップ群）にこれらのセンサからの信号を処理するのに必要な回路を実装することが可能である。このようにして、単一の比較的低コストで低電力の集積回路が、データページの読み取りを行うとともに、読み取るべき所望のデータページの投影および整合を制御することが可能である。また、APSアレイの個別アドレス可能領域あるいはセンサ素子は、上記の実質的に最も近いピクセルとの整合手続きを用いたピクセル見当合わせに特に適している。

【0062】ページインジケータ110、ページ識別情報145およびピクセル見当合わせキー170はそれぞれ別個の投影像として説明したが、本発明によれば、これらの像のいくつかの機能を、より少ない個数のマークに結合することが可能である。また、機能が結合されているかどうかにかかわらず、このようなマークを、記憶媒体25からの投影像領域の約0.1%~10%を構成する領域で使用する事が可能である。投影像領域の残

りの部分はデータページ情報を含むことが可能である。

【0063】本発明の実施例では、まず、図1、図2および図3に関して説明したように、所望のデータページのデータを読み取るために、多重化したシステム特性を変化させて、ページインジケータセンサによって提供されるフィードバックに基づいてセンサ上にデータページを投影する。次に、図3に関して説明したように、ページ識別情報を読み取り、投影されたページが所望のページでない場合、多重化したシステム特性をさらにある相対的な量だけ変化させて、所望のページを投影する。次に、図4および図5に関して説明したように、投影されたピクセル見当合わせキーと、ピクセル見当合わせキーセンサを用いて、ピクセル見当合わせを達成する。

【0064】以上説明した実施例以外にも、本発明のさまざまな変形例が可能である。例えば、ページを投影し、ページ番号を識別し、ピクセル見当合わせを行うためのフィードバック技術を、単独で、あるいは、上記以外の組合せで使用する事が可能である。また、上記の実施例は、図1の検出器80にCCDあるいはCMOS APSセンサを用いているが、個別アドレス可能センサ素子などを有するその他のタイプの検出器を本発明に従って使用することも可能である。

【0065】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、ホログラフィックシステムにおいて、データページに高速かつ効率的にアクセスして読み出すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従って、データページと、対応するページインジケータを記録し読み出すホログラフィック記憶システムの実施例の概略ブロック図である。

【図2】図1のページインジケータセンサの例示的な出力信号の図である。

【図3】ホログラフィック記憶媒体から図1のシステムに対応する検出器へのページインジケータおよびデータページ像の例示的な投影の図である。

【図4】ピクセル整合を達成する際に用いられる、図2のデータページ検出器上のデータページ像およびオプションのピクセル見当合わせパターン像の例示的な投影の図である。

【図5】図4の構成のパターン図の中心を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ホログラフィックメモリシステム
- 5 入力光ビーム（参照ビーム）
- 9 鏡
- 10 レンズ
- 20 レンズ
- 25 ホログラフィック記憶媒体
- 30 第2の入力ビーム
- 35 空間光変調器（SLM）

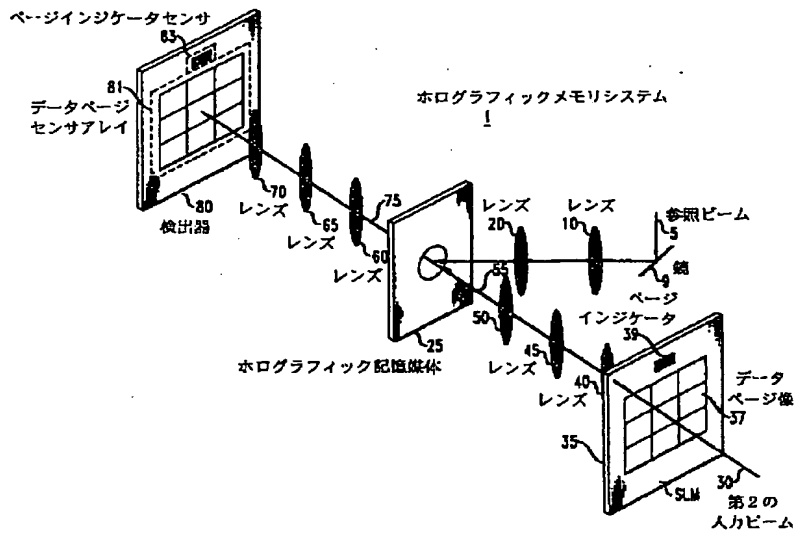
21

37 データページ像
39 ページインジケータ
40 レンズ
45 レンズ
50 レンズ
55 信号ビーム
60 レンズ
65 レンズ
70 レンズ
75 投影
80 検出器

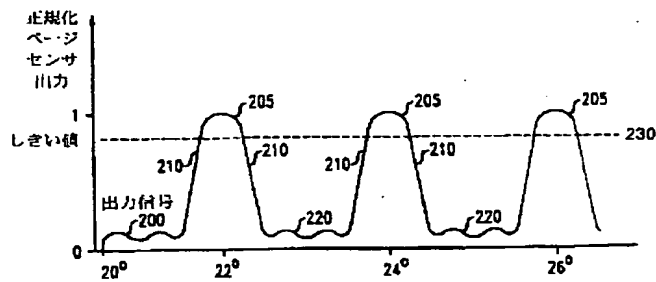
22

81 データページセンサアレイ
83 ページインジケータセンサ
110 ページインジケータ像
120 データページ像
130 センサ素子
145 ページ識別情報
160 ピクセル見当合わせキー
200 正規化された出力信号
205 ピーク
205 ピーク
205 ピーク
10 230 しきい値

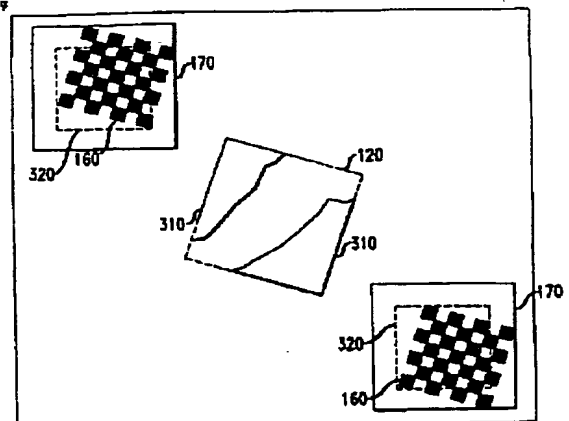
【図1】



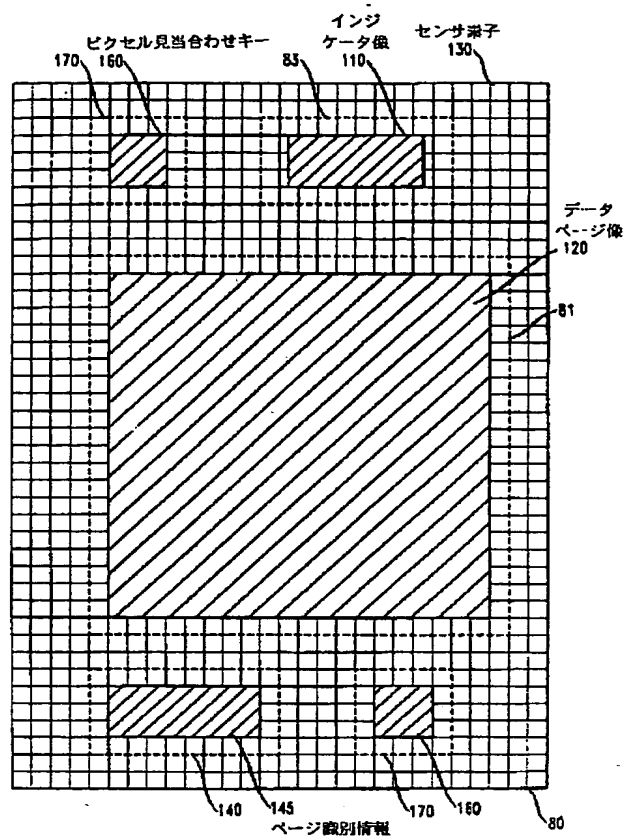
【図2】



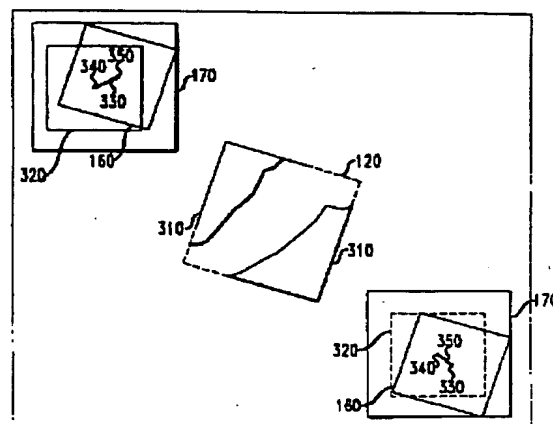
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(71) 出願人 596077259
600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Je
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72) 発明者 ケヴィン リチャード カーティス
アメリカ合衆国, 07901 ニュージャージ
ー, サミット, モーリス アヴェニュー
417, ナンバー 8

(72) 発明者 トーマス ジェイ. リチャードソン
アメリカ合衆国, 07079 ニュージャージ
ー, サウス オレンジ, クラーク ストリ
ート 420